

## **SNF-rapport nr. 12/05**

# **Identifisering av realopsjonselementer innen UMTS markedet og irreversible investeringer under asymmetrisk duopol**

av

**Tor Olav Gabrielsen  
Eivind Thorsteinsen**

SNF-prosjekt nr. 7310  
Verdsetting med realopsjoner

## **PROGRAMOMRÅDET TELEØKONOMI**

Denne publikasjonen inngår i en serie arbeidsnotater og rapporter om teleøkonomi fra Samfunns- og næringslivsforskning AS (SNF). Hovedmålsettingen med SNFs forskningsprogram om teleøkonomi er å studere teleindustriens reguleringsprosess, og de økonomiske og organisatoriske konsekvenser av endringer i marked, teknologi og regulering. Forskningsprogrammet er forankret i Senter for næringsøkonomi og økonomisk politikk, Senter for strategi og ledelse og Senter for finansiell økonomi ved SNF. Programmet er finansiert av Telenor AS.

**SAMFUNNS- OG NÆRINGSLIVSFORSKNING AS  
BERGEN, FEBRUAR 2005**

© Dette eksemplar er fremstilt etter avtale med KOPINOR, Stengate 1, 0050 Oslo. Ytterligere eksemplarfremstilling uten avtale og i strid med åndsverkloven er straffbart og kan medføre erstatningsansvar.

ISBN 82-491-0352-1  
ISSN 0803-4036

## Forord

Forfatterne av denne utredningen har spesialisering innen bedriftsøkonomisk analyse, med hovedvekt innen finansielle problemstillinger. Forfatterne har også interesse for IT og telekommunikasjonsbransjen og har fulgt utviklingen innenfor området tett. Det falt seg derfor naturlig å finne et emne innenfor denne bransjen da utredningen skulle påbegynnes. Med vår faglige bakgrunn burde vi kunne beherske det teoretiske rammeverket innen opsjonsteori på en tilfredsstillende måte, samtidig som at vi har god nok innsikt i bransjen til at vi kan anvende det på de riktige problemstillingene.

Det er verdt å merke seg at det innen telekommunikasjonsbransjen skjer store kontinuerlige endringer både på teknologi-, forretnings- og markedssiden, og at utredningen og dens konklusjoner er basert på informasjonen som var tilgjengelig på det tidspunkt utredningen ble skrevet. Informasjonen som var gjeldende på dette tidspunkt kan derfor være endret.

Vi gjør også leser oppmerksom på at første del av utredningen, det vil si kapittel tre til syv er skrevet før UMTS-nettene ble åpnet. 1. desember 2004 åpnet Telenor Mobil sitt UMTS-nett for kommersiell bruk.

Vi vil rette en stor takk til vår veileder Jøril Mæland, som på alle måter har stilt opp og vært en glimrende diskusjonspartner. En stor takk også til Kenneth Fjell for hans kommentarer og innspill på markedsdelen av utredningen.

Eivind Thorsteinsen & Tor Olav Gabrielsen, Bergen 2004.



<b>1</b>	<b>SAMMENDRAG .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>INTRODUKSJON .....</b>	<b>2</b>
2.1	BAKGRUNN FOR TEMA OG PROBLEMSTILLING .....	2
2.2	KONKRETISERING AV PROBLEMSTILLING OG FOKUS .....	3
2.3	STRUKTUR .....	3
<b>3</b>	<b>EN KORT INNFORING I TEKNISKE BEGREPER.....</b>	<b>5</b>
3.1	BITS OG BYTES .....	5
3.2	BÅNDBREDDE .....	6
3.3	PAKKESVITSJING / LINJESVITSJING .....	6
<b>4</b>	<b>ANALYSE AV DET NORSKE MOBILMARKEDET .....</b>	<b>8</b>
4.1	GSM.....	9
4.1.1	<i>HSCSD</i> .....	9
4.1.2	<i>GPRS</i> .....	10
4.1.3	<i>EDGE</i> .....	10
4.1.4	<i>WAP</i> .....	11
4.1.5	<i>Aktørene i GSM markedet</i> .....	11
4.1.5.1	Telenor Mobil AS (Telenor).....	11
4.1.5.2	NetCom GSM ASA (NetCom) .....	12
4.1.5.3	Teletopia AS (Teletopia) .....	12
4.2	UMTS .....	13
4.2.1	<i>Prising i UMTS-nettet</i> .....	16
4.2.2	<i>Bør man bygge ut UMTS?</i> .....	16
4.2.3	<i>UMTS Aktører</i> .....	18
4.2.3.1	Telenor ASA (Telenor).....	18
4.2.3.2	NetCom GSM AS (NetCom) .....	19
4.2.3.3	Hi3G Access Norge AS (Hi3G).....	19
4.2.3.4	Virtuelle operatører .....	20
4.3	TJENESTER OG TERMINALER .....	20
4.3.1	<i>Dagens terminaler</i> .....	20
4.3.2	<i>Fremtidens terminaler</i> .....	21
4.3.3	<i>Tjenester og behov for kapasitet</i> .....	21
4.3.3.1	Tale.....	22
4.3.3.2	Meldingstjenester.....	22
4.3.3.3	Video - telefoni.....	23
4.3.3.4	Audio og video Streaming .....	23
4.3.3.5	Internett-tilgang .....	24
4.3.3.6	Spill og musikk.....	24
4.3.3.7	Betalings tjenester.....	24

4.3.3.8	Annet .....	24
4.4	ALTERNATIVE TEKNOLOGIER TIL UMTS .....	25
4.4.1	GSM.....	25
4.4.2	WLAN.....	25
4.4.3	Bluetooth .....	26
4.4.4	Digitalt bakkenett .....	26
4.4.5	Bredbånd.....	27
<b>5</b>	<b>UMTS OG KONSESJONSTILDELING.....</b>	<b>28</b>
5.1	UMTS KONSESJONER .....	28
5.2	INTRODUKSJON TIL AUKSJONER .....	29
5.2.1	Åpen engelsk auksjon .....	30
5.2.2	Lukket første og andreprisauksjon .....	33
5.2.3	Hollandsk auksjon.....	34
5.2.4	Kombinasjoner .....	34
5.2.5	Noen resultater fra UMTS-auksjonene.....	34
5.2.6	Skjønnhetskonkurranser: Introduksjon.....	36
5.2.7	Konsesjonstildelingen i Norge.....	37
<b>6</b>	<b>OPSJONER.....</b>	<b>39</b>
6.1	GENERELT OM OPSJONER .....	39
6.2	REALOPSJONER .....	40
6.3	FORSKJELLER FRA FINANSIELLE OPSJONER .....	40
6.4	MOTIVASJON FOR REALOPSJONSTEORIEN .....	41
6.5	REALOPSJONSTEORIENS BEGRENSNINGER.....	42
6.6	UNDERLIGGENDE AKTIVA I UMTS-SEKTOREN .....	43
6.7	OPSJONSELEMENTER I UMTS-MARKEDET .....	45
6.8	UMTS INNDELTE I FASER .....	47
6.9	FASE 1: VALG AV FORRETNINGSMODELL .....	48
6.10	FASE 2: KONSESJONSTILDELINGEN .....	51
6.11	FASE 3: UTBYGGING .....	55
6.11.1	Vente med å bygge ut / trinnvis utbygging.....	57
6.11.2	Opsjon til samarbeid med andre operatører .....	59
6.12	FASE 4: DRIFT .....	59
6.12.1	Vente med å slå på.....	60
6.12.2	Opsjon på midlertidig å nedskalere aktivitet .....	61
6.12.3	Opsjon til å avvikle aktivitet permanent .....	62
6.12.4	Opsjon til å endre input i produksjonsprosessen.....	62
6.12.5	Opsjon til å velge leverandør .....	63
6.12.6	Opsjon på å utvide.....	63

6.13	FASE 5: AVVIKLING .....	63
<b>7</b>	<b>IRREVERSIBLE REALINVESTERINGER UNDER ASYMMETRISK DUOPOL .....</b>	<b>64</b>
7.1	LITTERATUROVERSIKT .....	67
7.2	NOTASJON .....	70
7.2.1	<i>Sannsynlighetsbegreper</i> .....	70
7.2.2	<i>UMTS begreper</i> .....	70
7.2.3	<i>Andre begreper</i> .....	70
7.3	MODELLEN OG DENS ANTAKELSER .....	71
7.3.1	<i>Monopol og førstetrekksfordel</i> .....	75
7.4	UTVIKLING I KONTANTSTRØM OG INVESTERINGSKOSTNAD .....	77
7.5	PARTENE SITT OPTIMERINGSPROBLEM .....	80
7.6	INNTRENGERENS VERDIFUNKSJON .....	84
7.7	LEDERENS VERDIFUNKSJON .....	91
<b>8</b>	<b>PARAMETER ESTIMATER OG RESULTATER.....</b>	<b>102</b>
8.1.1	<i>Nøkkelparametere</i> .....	105
<b>9</b>	<b>OPPSUMMERING AV RESULTATER.....</b>	<b>109</b>
<b>10</b>	<b>FORSLAG TIL UTVIDELSER OG VIDERE FORSKNING.....</b>	<b>111</b>
<b>11</b>	<b>LITTERATURLISTE .....</b>	<b>113</b>
<b>12</b>	<b>APPENDIKS .....</b>	<b>119</b>





## 1 Sammendrag

I denne utredningen modellerer vi det norske UMTS-markedet som et duopol, der aktørene investerer sekvensielt i UMTS-nettene. Vi argumenterer for at det er eksogent gitt at Telenor vil opptre som leder, og NetCom vil opptre som inntrenger. Vi benytter en modell med stokastisk kontantstrøm og stokastisk investeringskostnad. Modellen bygger i hovedtrekk på Paxson & Pinto (2003, 2004). Vi utleder lukket formel løsninger for leder og inntrenger og finner uttrykk for triggerfunksjonene for begge foretak. Vi forutsetter ikke risikonøytralitet eller pålegger investorer risikopreferanser, ettersom vi gjør bruk av risikjusterte sannsynligheter slik at vi kan benytte risikofri rente som diskonteringsrente. Denne fremgangsmåten forutsetter komplette markeder.

Vi har gjennomgående forsøkt å gi alle parametere i modellen relevante økonomiske fortolkninger. Resultatene fra modellen viser at Telenor har en lavere terskel med tanke på årlig kontantstrøm enn NetCom til å foreta den irreversible investeringen i UMTS-nettet. Sensitivitetsanalyser viser at verdifunksjonene til Telenor og NetCom vil reagere likt på endringer i kontantstrøm og investeringskostnad. Dette er noe overraskende, men er trolig et resultat av Telenor sin sterke markedsposisjon også etter at NetCom har gått inn i markedet.

Vi gir en grundig gjennomgang av UMTS-markedet i Norge, beskriver hvordan tildelingen av konsesjoner for UMTS-utbyggingen i Norge forløp og identifiserer realopsjonselementer i UMTS-markedet. Vi kommer inn på hvilke implikasjoner myndighetenes valg av tildelingsform har.

## 2 Introduksjon

### 2.1 *Bakgrunn for tema og problemstilling*

Informasjonsteknologi-, og telekommunikasjonsbransjen er en spennende bransje som i de siste årene har gjennomgått store omveltninger. Dereguleringen i telekommunikasjonsbransjen begynte på begynnelsen 1990-tallet. De teknologiske fremskrittene innen informasjonsteknologi og telekommunikasjon har siden vært store. Denne utviklingen og de nye markedsmulighetene har ført til en overdreven optimisme i hele IKT-sektoren, noe som blant annet førte til mobiloperatørens høye betalingsvillighet for konsesjoner til å bygge ut tredje generasjons nett for mobiltelefoni.

Lisens til å drive tredje generasjons mobiltelefoni ble i Storbritannia auksjonert i april 2000. Dette er senere blitt betegnet som den største auksjonen som noen gang har funnet sted (Binmore & Klemperer 2002). Auksjonen innbrakte hele \$34 milliarder til de britiske myndighetene, tilsvarende 2,5 % av BNP i Storbritannia i 2000. Også i Tyskland og flere andre europeiske land innbrakte lisensauksjonene enorme summer til myndighetene. I Norge ble konsesjonene utdelt basert på hvilke lovnader teleselskapene fremsatte ovenfor Samferdselsdepartementet. En slik type konsesjonstildeling er det innen økonomisk faglitteratur vanlig å kalle skjønnhetskonkurranse (beauty contest). I Norge måtte selskapene som fikk tildelt konsesjon betale 200 millioner norske kroner i konsesjonsinnbetaling (Samferdselsdepartementet og Post og Teletilsynet).

Flere år etter at konsesjonene ble tildelt er det fortsatt usikkert hvordan tredje generasjons mobilnett vil virke, og hvilke tjenester vi kan forvente oss. I etterpåklokskapens lys kan en også spørre seg om operatørens forventninger til det nye nettet har vært i overkant, ettersom introduksjonen av både terminaler og nye tjenester er forsinket.

Det som kjennetegner utbyggingen av tredjegerasjonsnett er svært høye irreversible investeringskostnader i den fysiske infrastrukturen. Operatører i enkelte land har også innbetalt høye konsesjonsavgifter til myndighetene i forbindelse med konsesjonstildelingen.

## **2.2 Konkretisering av problemstilling og fokus**

Usikkerhet, sekvensiell informasjonstilgang, fleksibilitet og begrenset reverserbarhet er karakteristika ved utbyggingen av tredje generasjons (3G/UMTS) mobilnett. Denne typen utbyggingsprosjekt er en investeringsmulighet som kan fortolkes, modelleres og evalueres som realopsjoner. En slik realopsjonstilnærming gir god problemstrukturering og er konseptuelt klargjørende. Hensikten med denne utredningen vil ikke være å forsøke å finne ut om de store investeringsbeløpene i UMTS-nettet kan rettferdiggjøres ut fra et bedriftsøkonomisk perspektiv. Derimot vil fokus i første omgang være begrenset til å antyde hvilke muligheter for prinsipiell innsikt en slik realopsjonstilnærming kan gi, og senere i utredningen illustrere bruk av dette rammeverket gjennom stiliserte og mer realistiske eksempler. Utfordringen i denne utredningen vil være å utvikle en prosjektevalueringsmetode innenfor telekommunikasjonsbransjen som både er anvendbar i praksis og som er basert på et velbegrunnet teoretisk fundament.

## **2.3 Struktur**

Kapittel 3 av utredningen introduserer en del tekniske begreper. Dette begrepsapparatet er nødvendig for å kunne forstå den påfølgende gjennomgangen av det norske mobilmarkedet i kapittel 4. Kapittel 4 gjennomgår det eksisterende GSM-markedet (andre generasjons mobilmarked). En gjennomgang av dette markedet er en grunnleggende forutsetning for å kunne forstå hvordan det fremtidige markedet for tredje generasjons mobilnett forventes å utvikle seg. De viktigste netteierne i tredje generasjons mobilnett er de samme som i dagens GSM-marked.

I kapittel 5 presenterer vi det teoretiske rammeverket rundt auksjoner, som ligger til grunn for den påfølgende analysen. Denne delen inneholder først en kort gjennomgang av auksjoner generelt. Vi vil også gå igjennom anvendelse av auksjoner med tanke på bruk i konsesjonstildelinger og hvordan praksis i Norge og andre land var med tanke på tildeling av UMTS-konsesjonene.

Kapittel 6 vil så med bakgrunn i markedsgjennomgangen søke å identifisere opsjons-elementer innenfor utbyggingen av tredje generasjons mobilnett. Med bakgrunn i markedsgjennomgangen vil vi konkret gå inn og identifisere områder og problemstillinger

hvor det er aktuelt å gjøre bruk av en realopsjonstilnærming. Det vil også være aktuelt å diskutere hvordan aktørene kan strukturere prosjekter innen telekommunikasjonssektoren for å konstruere realopsjoner. Ved planlegging kan mange prosjekter bli strukturert slik at de inneholder opsjoner. Fordelen er at en anvender realopsjonstilnærmingen til for eksempel å forbedre den økonomiske styringen gjennom bedre utnyttelse av informasjon og økt mulighet for tilpasning av endrede rammevilkår. Vi vil søke å finne områder og problemstillinger som er i samsvar med de forutsetninger og forhold som ligger til grunn for bruk av realopsjoner. Vi vil videre påpeke eventuelle begrensninger ved bruk av realopsjoner på de konkrete problemstillingene.

I kapittel 7 og 8 vil vi som praktikere forsøke å benytte realopsjonsteknikken på konkrete og virkelighetsnære problemstillinger for å få noen numeriske resultater. En utfordring er mangel på data med tilstrekkelig relevans. Hovedhensikten vil derfor være å illustrere praktisk bruk av realopsjonstilnærmingen innenfor telekommunikasjonsbransjen og det norske UMTS-markedet. Dette markedet modelleres i et duopol - rammeverk, hvor foretakene på forhånd har eksogent gitte roller. Nærmere bestemt vil vi modellere problemstillingen i en leder-inntrenger modell hvor investeringene skjer sekvensielt. Vi benytter derfor en modell for irreversible investeringer under asymmetrisk duopol. Modellen vi benytter er en kontinuerlig tid modell hvor både investeringskostnad og årlig kontantstrøm følger separate, men mulig korrelerte, geometriske Brownske bevegelser. Alle parametrene i modellen er gitt økonomiske fortolkninger.

Kapittel 9 vil ha avsluttende kommentarer. I kapittel 10 vil vi foreslå områder som kan være aktuelle for videre forskning.

### **3 En kort innføring i tekniske begreper**

I denne delen introduserer vi en del begreper som utredningen i stor grad gjør bruk av, og i så måte forutsetter at leser er kjent med det. Innføringen er ikke komplett og er heller ikke laget med det formålet.

Forfatterne ønsker å presisere at mye av innholdet i kapittel 3 og 4 er basert på forfatterens egen kunnskap og interesse for IT og telekommunikasjonsbransjen. Denne kunnskapen har blitt akkumulert over flere år på grunn av egen interesse for bransjen uavhengig av nærværende utredning. Kildene som har vært benyttet har vært alt fra tidsskrifter, frittstående artikler, bedriftsinformasjon, internettsider, diskusjoner med fagpersoner og akademiske artikler fra ulike fagmiljøer. Vi har referert og oppgitt konkrete kilder i den grad det har vært mulig for oss å gjøre det.

Ettersom websider ofte oppdateres og arkivene endres har vi valgt å ikke oppgi linker til spesifikke artikler ettersom disse på et senere tidspunkt kan være fjernet eller har endret beliggenhet på webserver. Informasjonen er hentet fra nettsider som: [www.itavisen.no](http://www.itavisen.no), [www.telenor.no](http://www.telenor.no), [www.digi.no](http://www.digi.no), [www.dinside.no](http://www.dinside.no), [www.hegnar.no](http://www.hegnar.no), [www.cellular-news.com](http://www.cellular-news.com), [www.ericsson.com/technology](http://www.ericsson.com/technology), [www.bluetooth.org](http://www.bluetooth.org), [www.umts.no](http://www.umts.no), [www.computerworld.com](http://www.computerworld.com) og [www.dn.no](http://www.dn.no). Dette er gode kilder til mer informasjon rundt de tekniske aspektene og telekommunikasjonsbransjen generelt, og vi anbefaler interesserte lesere å søke på disse websidene.

#### **3.1 Bits og bytes**

Bit (b) er en forkortelse for binary digit. Det er åtte bits (b) i en byte (B). Vanligvis måler man mengde data i bytes. Dersom man snakker om 1024 byte forkorter man dette til kilo bytes (KB). Tilsvarende er 1024 KB=1 MB og 1024 MB=1 GB. For å gjøre forvirringen komplett må det nevnes at det av og til brukes K for 1000 og ikke 1024.

Når en snakker om overføringskapasiteter bruker en som oftest bit og ikke byte. Det betyr at en må dele antall bit på åtte for å få antall bytes som brukes i de fleste andre sammenhenger. Bits per sekund forkortes i denne utredning til bit/s (hint.no).

### **3.2 Båndbredde**

Båndbredde er det frekvensområdet av elektromagnetiske bølger som kan overføres på et medium. Begrepet er blitt overført til IT - verden, og det brukes da om kapasiteten på overføring av data. Båndbredde forteller hvor mange bits per sekund som kan overføres. Jo høyere båndbredde, jo flere bits kan overføres per sekund. Vi vil senere se på hvor stor båndbredde en trenger for forskjellige tjenester og hva som kvalifiserer som såkalt bredbånd ([www.hint.no](http://www.hint.no)).

### **3.3 Pakkesvitsjing / linjesvitsjing**

I tradisjonell telefoni brukes linjesvitsjing. Her får man en fast allokert kapasitet uansett hvor mye kapasitet en benytter. At kapasiteten er dedikert sikrer brukeren mot forsinkelser og kø i linjen og sørger for at kvaliteten på overføringen/linjen blir god. Ulempen med denne teknologien er at det er vanskelig å utnytte den ledige kapasiteten som normalt oppstår fordi kapasitetsbehovet til brukeren varierer mens kapasiteten er fast. Dersom brukeren har høyere kapasitetsbehov enn det som er tilgjengelig, vil brukeren selv bli påført hele forsinkelsen ved forsendelsen og eventuelt kunne vurdere hvorvidt deler av overføringen kan kuttes for å unngå forsinkelse. Brukeren har således full kontroll.

I dataverdenen er pakkesvitsjing mer brukt. Da deler man opp data i pakker og sender disse individuelt over et nettverk hvor pakkene blir identifisert og satt sammen igjen til den opprinnelige filen/datamengden. Fordelen er da at man kan utnytte kapasiteten mye bedre, ettersom flere brukere kan bruke samme kommunikasjonsressurs og deres kapasitetsbehov kan utfylle hverandre. Dersom det oppstår trafikktopper der flere brukere har behov for høy kapasitet samtidig, vil imidlertid dette føre til forsinkelser og dermed kvalitetsforringelse (for eksempel forsinkelse under en telefonsamtale). Den enkelte bruker tar normalt ikke hensyn til den forsinkelse vedkommende kan påføre andre ved å oppta store mengder av kapasiteten, og det foreligger ingen koordinering av bruken. Brukeren har derfor liten eller ingen kontroll på kvaliteten av overføringen (grad av forsinkelser).

Når man skal sende tale eller data over et nettverk som benytter linjesvitsjing, må det først opprettes en linje. Man må altså "ringe opp" en annen terminal. Dersom pakkesvitsjing blir brukt slipper en dette. Man er da i stedet "online" hele tiden. Denne tekniske forskjellen er av stor betydning for hvilke tjenester som kan tilbys og for hvordan tjenestene prises.

Vanligvis betaler man for den tiden man er koblet til når linjesvitsjing brukes. Grunnen til det er at det for tilbyder ikke spiller noen rolle hvor mye data en sender ettersom hele kapasiteten er satt av til brukeren uansett. Dersom pakkesvitsjing brukes kan andre brukere benytte seg av den ledige kapasiteten. Der er derfor mer meningsfylt å ta betalt for mengden av data som blir overført, noe som også er praksis i dag.

## **4 Analyse av det norske mobilmarkedet**

Det finnes i dag flere mobiltelefoner i verden enn det finnes fastlinjer. Før Global System for Mobile Communication, heretter for enkelhets skyld omtalt som GSM-nettet, kom var antall mobiltelefoner lavt både i Norge og i utlandet. Etter at GSM-nettet kom på plass i Norge i 1993 har markedet eksplodert. I 2002 var det 3,8 millioner mobilabonnenter i Norge. Dette tilsvarer en mobiltetthet på 83,2 %. Tilsvarende tall for fasttelefon i 2002 er 3,3 millioner og 73,4 % (Statistisk sentralbyrå). Samferdselsdepartementet opplyser at per april 2004 har 99,2 % av den norske befolkning dekning der de bor.

Teknologisk har Norge alltid vært langt fremme i mobilverdenen (Fransmann, 2002). Nordic Mobile Telephone Network (NMT) var den første internasjonale mobilstandarden. NMT-standarden var et resultat av forskningen som begynte i Skandinavia i 1970-årene. Det første norske NMT-nettet ble åpnet i 1981 (Seime, 1999). Før den tid hadde Televerket introdusert en manuell mobiltefontjeneste allerede i 1966.

Det finnes flere tilbydere av satellittelefoni. Flere av dem har 100 % dekning av kloden, inkludert sørpolen og nordpolen. Terminalene som brukes er større og tyngre enn GSM terminalene. Det tilbys ikke de samme tjenestene som i GSM-nettet, og de tjenestene som eksisterer er relativt dyre. Fremdeles regnes satellittelefoni som en liten markedsnisje. Den største fordelen med denne teknologien er at den kan brukes i hele verden. Det betyr at den er nyttig for folk som ferdes på ubefolkede områder eller områder der det ikke finnes annet mobilnett. På grunn av den lille utbredelsen denne teknologien har vil vi se bort fra satellittelefoni i vår utredning.

Av de forskjellige mobilstandardene som finnes vil vi i denne utredningen kun behandle GSM-standarden og det fremtidige UMTS-standarden. Grunnen er at vi regner mobiltelefonnett, som er eldre enn GSM, som utdatert. I Norge gjelder dette NMT 900 som allerede er avviklet, og NMT 450 som vil bli avviklet 31.12.2004. Rundt om i verden finnes det nett som ikke benytter verken GSM-standarden eller den nye UMTS-standarden (universal mobile telecommunications system), men disse nettene har begrenset omfang. UMTS og 3G er ekvivalente begreper. UMTS er den egentlige tekniske forkortelsen for det nye mobilnettet, mens 3G er det mer folkelige navnet på



neste generasjons mobilnett. Vi vil i all hovedsak benytte den korrekte tekniske benevnelsen UMTS.

## **4.1 GSM**

Global System for Mobile Communication (GSM) begynte som et felles europeisk digitalt mobiltelefonisystem. I dag brukes teknologien i nesten hele verden og har dermed gått fra å være en europeisk standard til å bli en internasjonal standard. Det finnes i dag over 400 GSM nett i verden (Ericsson, 2004). I Norge bruker GSM-nettene to frekvensbånd: 900 MHz og 1800 MHz. I USA og enkelte andre steder brukes 800MHz og 1900MHz. I dag finnes det mange terminaler som kan benytte to eller flere av disse frekvensene. Ved hjelp av en "triband" telefon kan en benytte seg av begge de norske nettene og det største amerikanske nettet.

GSM regnes for å være andre generasjons mobilkommunikasjonssystem. Det er mulig å frakte både tale og data i dette nettet. Når data sendes gjøres det via linjesvitsjing, og man kan da oppnå en hastighet på opptil 9,6 kbit/s. Det finnes i dag teknologier (HSCSD og GPRS), som er tilgjengelig i de norske GSM-nettene, som øker hastigheten på datatrafikk. Vi har kort beskrevet disse under i tillegg til ny teknologi som per dags dato ikke er introdusert i de norske nettene (EDGE). Vi skal også se på WAP som muliggjør World Wide Web funksjonalitet på håndholdte terminaler.

### **4.1.1 HSCSD**

High Speed Circuit Switched Data (HSCSD) åpner for en teoretisk overføringshastighet på 76,8 kbit/s. Telenor opplyser at de tilbyr en maksimal hastighet på 57,6 kbit/s. (Telenor opplyser også at dette er opptil 4 ganger hastigheten til GSM Data (9,6 kbit/s). Dette skulle bety at de tilbyr en hastighet på 38,4 kbit/s). NetCom tilbyr en maksimal hastighet på 28,8 kbit/s. Begge disse hastighetene er teoretiske, så den praktiske hastigheten man kan oppnå vil ligge lavere. HSCSD benytter seg av linjesvitsjing. For å øke hastigheten brukes flere linjer samtidig. Vanligvis betaler man per linje som benyttes ([www.ericsson.com/technology](http://www.ericsson.com/technology), 2004).

#### **4.1.2 GPRS**

General Packet Radio Service (GPRS) gir en teoretisk maksimal overføringskapasitet på 171 kbit/s. Denne hastigheten er begrenset av spesifikasjonene på terminalene og nettet som brukes. NetCom opplyser at man kan forvente en praktisk hastighet på 40 kbit/s. GPRS benytter seg av pakkesvitsjing. Prisen blir derfor satt etter mengde datatrafikk som overføres og ikke tiden man er koblet til.

Ettersom båndbredden på GPRS er flere ganger høyere enn tradisjonell GSM, men lavere enn UMTS, blir denne teknologien ofte omtalt som 2,5G, altså to og en halv generasjonsmobilkommunikasjons- teknologi. Denne teknologien har åpnet for blant annet MMS (multimediemeldinger). MMS er en videreføring av SMS (Short Message Service), men hvor man nå i tillegg til tekst kan overføre bilder og lyd. Dette er en tjeneste som vil videreføres i det nye UMTS-nettet ([www.ericsson.com/technology](http://www.ericsson.com/technology), 2004).

#### **4.1.3 EDGE**

Enhanced Data Rates for Global Evolution (EDGE) er en såkalt UMTS teknologi. Teknologien kan benyttes på det eksisterende GSM - nettet og på det nye UMTS-nettet. Det er mulig å benytte EDGE kontinuerlig selv om en hopper mellom et GSM-nett og et UMTS - nett ([www.ericsson.com/technology](http://www.ericsson.com/technology), 2004).

Ved hjelp av EDGE teknologien kan overføringshastigheten mangedobles i forhold til GPRS. Per dags dato er det mulig å oppnå teoretiske hastigheter på 382 kbit/s. Denne hastigheten vil senere kunne bli utvidet til 14 mbit/s. En viktig egenskap ved EDGE er at teknologien bruker mindre båndbredde enn GPRS. Dermed kan operatørene tredoble antall brukere i forhold til GPRS. Eventuelt kan den ekstra kapasiteten brukes til tale. I likhet med GPRS benytter EDGE teknologien pakkesvitsjing.

Telenor og NetCom vil begge i nær fremtid implementere denne teknologien i sine GSM-nett ([www.ericsson.com/technology](http://www.ericsson.com/technology), 2004).

#### **4.1.4 WAP**

Wireless Application Protocol (WAP) er en protokoll som brukes for å overføre innhold på Internett til mobile terminaler. WAP kan benyttes via både GSM (linjesvitsjing) og GPRS (pakkesvitsjing). Det som skiller bruken av de to i praksis er pris og hastighet. WAP ble lansert med brask og bram under den heteste internett boomen og ble spådd en lysende fremtid. WAP skulle etter planen revolusjonere integrasjonene mellom Internett og mobile terminaler. Slik gikk det ikke, og i dag refererer en ofte til WAP-floppen. Et av hovedproblemene med WAP var at man ikke klarte å oppnå stor nok overføringskapasitet, slik at den opplevde hastigheten ble altfor lav. I tillegg må innholdet på internett tilpasses håndholdte terminaler ettersom skjermene ikke har vært store og gode nok. Som en redaktør i en kjent norsk avis så slående uttalte: *"Å benytte WAP er som å lese Aftenposten gjennom et nøkkelhull."*

#### **4.1.5 Aktørene i GSM markedet**

Før 1993 hadde Telenor monopol på mobiltelefoni i Norge. Da de første GSM-nettene ble bygget i Norge fikk også selskapet NetCom GSM AS tildelt konsesjon. Dette var begynnelsen på en ny æra innen norsk mobiltelefoni.

Etter den tid er det kommet mange aktører til. Per februar 2004 finnes det 14 ulike tilbydere i GSM markedet. Tre av disse har sitt eget fysiske nett. De elleve andre er såkalte virtuelle operatører som opererer i ett av de tre tilgjengelige nettene. I tillegg finnes det et stort antall aktører som tilbyr innhold i GSM-nettene. Disse opererer i alt fra veldig små nisjemarkeder til det store generelle forbrukermarkedet.

I Norge har vi tre konkurrerende GSM-nett for forbrukermarkedet. Disse er beskrevet under.

##### *4.1.5.1 Telenor Mobil AS (Telenor)*

Den største aktøren på det norske mobilmarkedet er Telenor Mobil AS. 57,7 % av alle mobiltelefonabonnement i Norge er Telenor-abonnement (Post og Teletilsynet, 2003). Telenor har det best utbygde nettet av samtlige aktører i Norge. I februar 2004 hadde de

en dekningsgrad på 99,2 %. Denne graden viser hvor stor del av befolkningen som er dekket på det stedet de bor. Det betyr derfor ikke at 99,2 % av Norges landareal er dekket.

Telenor tilbyr tilknytning i både 900MHz og 1800MHz nettet. Tidligere var det også mulig å få tilknytning i NMT - nettet, men dette er ikke lenger mulig.

Telenor har historie som går helt tilbake til 1855. Det daværende Televerket hadde den gangen monopol på teletjenester. Monopolet ble gradvis oppløst på 1990 - tallet og i 1998 var det fri konkurranse på alle teletjenester. Televerket ble i 1994 gjort om til et statsaksjeselskap. I 2000 ble Telenor ASA del privatisert og børsnotert ved Oslo børs og den amerikanske teknologibørsen NASDAQ. Telenor Mobil AS er et datterselskap av Telenor ASA ([www.telenor.no](http://www.telenor.no), 2004).

#### *4.1.5.2 NetCom GSM ASA (NetCom)*

NetCom eier og driver et landsdekkende GSM-nett. Dekningen er litt mindre enn Telenor sin, men den vanlige bruker vil merke liten forskjell. I bebygde områder er deknningen tilsvarende til Telenor, mens Telenor har bedre dekning langs kysten og på øyer. For alle praktiske formål kan en si at begge nettene fyller det samme behov. I dag har NetCom en markedsandel på ca 29,8 % målt i antall abonnement i 2003 (Post og Teletilsynet). NetCom tilbyr tilknytning i både 900MHz og 1800MHz nettet.

NetCom ble etablert i 1989 for å være den første utfordreren til Telenor. Selskapet brøt telemonopolet da det åpnet sitt GSM-nett omtrent samtidig med Telenor i 1993 og har siden den gang hatt en sterk og jevn vekst. Selskapet ble børsnotert i 1996, men ble i 2000 tatt av Oslo børs etter at Telia passerte en eierandel på 95 %. I dag er NetCom AS et 100 % heleid datterselskap av TeliaSonera AB ([www.netcom.no](http://www.netcom.no), 2004).

#### *4.1.5.3 Teletopia AS (Teletopia)*

Teletopia ble etablert i 1994, og i 1995 fikk de tillatelse til å utplassere eget intelligent utstyr i Telenor sine sentraler. Dette innebar at Teletopias tjenesteproduksjon ble en direkte konkurrent til Telenors tjenesteproduksjon. Selskapet har vært en pådriver for økt

konkurranse i mobilmarkedet i Norge, og i likhet med kanskje mer kjente Sense, er Teletopia et selskap som har stått for mange prinsipielt viktige saker i telemarkedet.

I 2003 åpnet Teletopia Mobile Communications AS sitt eget GSM-nett med navnet Teletopia 3. Nettet benytter frekvensbåndet ved 1800MHz. Foreløpig dekker Teletopia kun Oslo – området, og dekningen er også varierende innenfor dette området. Et Teletopia abonnement kan derfor i øyeblikket kun benyttes når du er i Oslo – området, og ikke hvis en befinner seg andre steder i landet. En såkalt roaming avtale med Telenor og NetCom er planlagt, men den er foreløpig ikke realisert. En slik avtale vil føre til at en kan bruke et Teletopia abonnement i hele landet hvor Telenor eller NetCom har dekning. Per mars 2004 har Teletopia få kunder og er foreløpig ikke en direkte konkurrent til Telenor og NetCom. Det er også verdt å nevne at Teletopia pr. 1.12.2004 har unnlatt å betale inn konsesjonsavgiften for GSM konsesjonen. Selskapet ligger i forhandlinger med Post og Teletilsynet angående denne saken. ([www.teletopia.no](http://www.teletopia.no), 2004 og Post og teletilsynet, 2004)

## **4.2 UMTS**

Universal Mobile Telecommunications System (UMTS) er også kalt 3G eller tredjegerasjonsmobiltelefonkommunikasjon. NMT blir omtalt som første generasjon, GSM som andregenerasjon og GPRS som to og en halv generasjon. Det finnes som tidligere nevnt, andre teknologier som går inn under disse kategoriene, men de tilbys ikke i Norge. NMT, GSM og UMTS er de internasjonalt største systemene innenfor sine respektive generasjonsgrupper.

UMTS vil i bli tett integrert med GSM-nettet. I første omgang vil det tilbys de samme tjenester både i GSM og i UMTS-nettet. Nye tjenester vil komme til etter hvert som mulighetene i UMTS-nettet blir benyttet. Ettersom integreringen av teknologiene bidrar til å viske ut skillet mellom dagens GSM-nett og UMTS-nettet er vi av den oppfatning at det vil være naturlig å behandle mobilmarkedet i Norge som ett marked og ikke som to markeder.

Fordelen med UMTS-nettet er at det har stor nok kapasitet til å overføre levende bilder og lyd. Det er denne muligheten som skal benyttes til å utvikle nye tjenester som ikke har vært praktisk mulig å tilby på de eksisterende nettene.

UMTS er tenkt å være et standardisert, fleksibelt og sikkert system. Sikkerheten skal være god nok slik at en unngår svindel og misbruk. Nødtjenester skal standardiseres slik at bruken blir enkel og stabil. Data og tale som overføres i nettet skal ikke kunne avlyttes slik man har sett eksempler på i GSM-nettet.

Standardiseringen av UMTS internasjonalt byr på flere fordeler. For eksempel skal terminaler som er typegodkjent i ett land også bli godkjent i andre land. Det er planlagt ”global roaming” som betyr at terminalene kan brukes i hele verden. Tjenester som forbruker er vant til å bruke i sitt eget nett skal også være tilgjengelige i andre UMTS-nett. Det er et mål at brukeren skal slippe å endre innstillingene i sin UMTS-terminal for å ta i bruk de tjenester han/hun er vant til fra sitt hjemland.

Overgangen til UMTS fra GSM innebærer en kostnadsreduksjon når det gjelder overført datamengde. Dette skyldes at stordriftsfordeler i forhold til kapasitet (gjennomsnittlige kostnader per kapasitet). For å klare en kostnadsreduksjon og bedre lønnsomhet er netteierne avhengig av et høyt antall brukere og et høyt aktivitetsnivå.

UMTS benytter seg av teknologien Wideband Code-Division Multiple-Access (W-CDMA). Det benyttes både linjesvitsjing og pakkesvitsjing på dette nettet. Maks overføringshastigheter er 2 mbit/s for pakkesvitsjing og 64 kbit/s for linjesvitsjing (tilsvarende ISDN). Kvaliteten på overføringene er til enhver tid tilpasset behovet. Det er antatt at pakkesvitsjing vil bli benyttet mer og mer i forhold til linjesvitsjing. Selv tale skal kunne benytte pakkesvitsjing. Tale vil i første omgang benytte linjesvitsjing og kvaliteten vil tilsvare ISDN.

Overføringshastigheten kan variere fra basestasjon til basestasjon, og denne fleksibiliteten vil bli brukt til å dele inn UMTS i flere celler (soner) ([www.itavisen.no](http://www.itavisen.no), Samferdselsdepartementet, Post og Teletilsynet, [www.digi.no](http://www.digi.no), [www.computerworld.com](http://www.computerworld.com), [www.ericsson.com/technology](http://www.ericsson.com/technology), 2004).

Her er noen celler basert på bruksområdet:

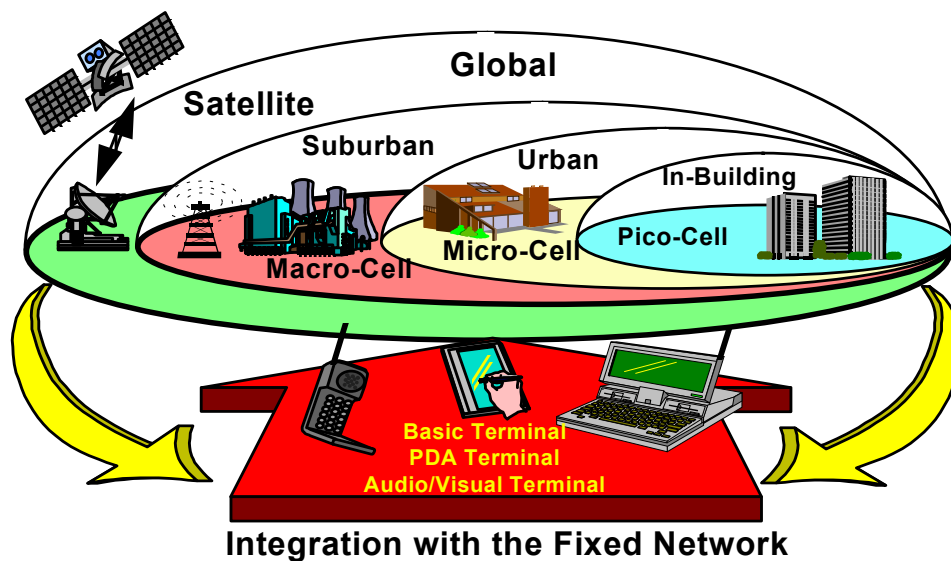
Bruksområde	Maks radius pr celle	Maks overføringshastighet	Maks hastighet terminalen kan bevege seg i forhold til basestasjonen
Innendørs	10-50 m	2 mbit/s	3 km/t
Fotgjenger i by	500 m	384 / 512 kbit/s	10 km/t
Kjøretøy i tettbygd strøk	2-4 km	144 / 384 kbit/s	150 km/t
Ikke tettbygd strøk	5-6 km	144 kbit/s	500 km/t

Tabell 1.

Kilde: [www.ericsson.com/technology](http://www.ericsson.com/technology), 2004

Til sammenligning har GSM en maksimal radius på 35km. Jo lenger rekkevidden er i slike systemer, jo færre brukere kan det håndtere. Det kan også nevnes at rekkevidden generelt sett reduseres når man øker frekvensen. GSM 900 kjører på 900 MHz, mens UMTS vil bruke frekvenser rundt 2000Mhz.

Figur som illustrerer såkalte celler:



Figur 1.

Kilde: Breiteig, Oddvin. 2001, "Introduksjon til UMTS"

På sikt planlegges det å kombinere UMTS-bakkenettet med et satellittsystem. Dette vil gjøre det mulig å benytte taletjenester i hele verden også der hvor det jordbundne (bakkebaserte) UMTS-nettet ikke er utbygd. Dersom en skal benytte andre tjenester enn tale må man ha UMTS dekning via det jordbundne nettet.

#### **4.2.1 Prising i UMTS-nettet**

UMTS-nettet skiller mellom tjenester basert på linjesvitsjet og pakkesvitsjet bærerteknologi. Det er lagt opp til at den pakkesvitsjede delen vil få samme takseringsmekanisme som GPRS, det vil si volumavhengig pris. Takseringsmekanisme vil bli tilsvarende til det som benyttes til taletrafikk på GSM-nettet i dag, det vil si en startpris og tidsavhengig pris.

#### **4.2.2 Bør man bygge ut UMTS?**

Før det første UMTS-nettet ble bygget var British Telecom i tvil om det hadde noe for seg å bygge et UMTS-nett. Noen av argumentene for å utsette utbyggingen var mangel på terminaler (for eksempel telefoner), programvaren var ikke ferdig utviklet, det fantes ikke tjenester og funksjoner som ikke eksisterte på det daværende GPRS-nettet og konkurrerende teknologier var substitutter (for eksempel WLAN, Bluetooth). I dag er noen av disse problemene løst, men det grunnleggende spørsmålet om UMTS tilfører noe nytt er fortsatt like aktuelt.

*”Det er et tankekors at GSM 2G (G = generasjon) og 2,5G er utviklet til et nivå der de fleste UMTS applikasjonene også kan løses i disse GSM systemene.”*

(Fra artikkelen ”Konvergering av trådløse nett”,  
Forstudie for Nærings og Handelsdepartementet, ukjent forfatter)

Årene etter 2000 har så visst heller ikke vært noen gylden periode for UMTS-aktørene. Perioden har vært preget av både pengemangel og frenetisk søk etter nye inntektsmuligheter. Dyre UMTS-lisenser og store tekniske problemer tappet optimismen, og ikke minst pengesekken, fra både operatører og utstyrsprodusenter. Både i Norge og internasjonalt har flere operatørselskaper gått over ende som følge av at forventningene



var i høyeste laget. Samtidig har både inntektene uteblitt, og investorene begynte å knipe igjen pengesekken ettersom emisjonsspøkelset til stadighet lurte rundt hjørnet.

I skrivende stund virker det likevel som om bransjen er mer optimistisk enn på lenge. Da bakrusen etter den verste boomen i bransjen hadde lagt seg, viste det seg at det var de store og solide selskapene som stod igjen. Dette er tradisjonelle teleselskapene som finansielt sett er sterke og som genererer inntekter i sine eksisterende telenett. Aktørene i bransjen er også preget av en edruelighet i forhold til fremtidige inntekter knyttet til innføringen av tredje generasjons mobilnett, en edruelighet som tidligere har vært ganske så fraværende.

Hvordan operatørene skal generere inntekter i neste generasjons mobilnett er fortsatt usikkert. Aktørene i bransjen har selv ulike syn på hvordan forretningsmodellen blir seende ut. Mens analytikere fokuserer på utviklingen av nye innholdstjenester er enkelte av operatørene selv av en annen oppfatning. Vodafone ([www.vodafone.com](http://www.vodafone.com)) som er verdens største internasjonale mobiloperatør med 130 millioner kunder understreket nylig at de ser på operatørenes rolle som tilretteleggere for mobilt innhold, og at de ikke vil begi seg inn på innholdsproduksjon. Selskapet understreket også at Vodafone ikke har det travelt med lanseringen av sine UMTS-nett. Begrunnelsen for dette er at selskapet vil vente til det fins rikelig av kvalitativt gode terminaler. Dette illustrerer på mange måter dynamikken i UMTS-markedet; i tillegg til operatørene er også innholdsprodusenter og utstyrsleverandører med på å drive markedet. Et klassisk koordineringsproblem er: Nettilbyder venter på terminaler og innhold, terminaltilbyder venter på nett og innhold og innholdstilbyder venter på terminaler og nett. Et slikt problem løses gjerne med samarbeid på koordineringsbiten (cooption) eller vertikal integrasjon.

Det er fortsatt en rekke ubesvarte spørsmål, både på den tekniske siden og ikke minst når det gjelder hvordan fremtidens forretningsmodeller vil bli seende ut for operatørene i neste generasjons mobilnett. Når det gjelder det tekniske regner en med at dette er overkommelige utfordringer, og at de største utfordringene vil ligge i å enes om felles standarder og roamingavtaler mellom operatørene. Hvordan operatørenes forretningsmodeller blir, og hvor en skal generere inntekter i det nye nettet, er derimot fortsatt et åpent spørsmål som ingen har noe sikkert svar på. I forbindelse med dette kan

et typisk prisingsproblem være at brukere har høy betalingsvilje i forhold til bitmengde for tale, men motsatt for data. Dette gjør det vanskelig å hente ut betalingsvilje per bit.

#### **4.2.3 UMTS Aktører**

To av de tre netteierne i UMTS-markedet, henholdsvis Telenor og NetCom, er også de som eier de eksisterende GSM-nettene. Markedsandelene/makt i UMTS-markedet er derfor per i dag svært lik markedsfordelingen slik den fremstår i GSM-markedet. Det er heller ingen indikasjoner på at det vil komme inn nye operatører i UMTS-markedet som kan forrykke denne maktfordelingen. Vi anser ikke Hi3G, som er den tredje operatøren som har fått konsesjon til å bygge UMTS-nett, som sterk nok til å ha noen innvirkning. Per tidspunkt har Hi3G ikke påbegynt utbygging av nettet. På nettsiden kan vi si at vi har en duopolsituasjon som er regulert av Post og Teletilsynet. Dersom det kommer til flere virtuelle operatører slik det er i GSM-markedet vil vi i tjenestemarkedet (nedstrøms) kunne få en tilsvarende konkurransesituasjon i UMTS-markedet som i dagens GSM-marked. Infrastrukturmarkedet (oppstrøms) vil fortsatt forbli et duopol/oligopol.

Operatørene med UMTS-konsesjon er kort beskrevet nedenfor.

##### *4.2.3.1 Telenor ASA (Telenor)*

I sin søknad for tildeling av konsesjon forplikter Telenor seg til å bygge ut et UMTS-nett. I følge konsesjonssøknaden, vil det foregå en gradvis utbygging som etter fem år vil dekke 84 % av den norske befolkning. Utbyggingen vil gå relativt sakte inntil lønnsomheten øker. I de fleste områder vil det bli tilbydd en kapasitet på 384 kbit/s etter fem år. Telenor fikk tildelt sin UMTS-konsesjon i desember 2000 (Samferdselsdepartementet, [www.telenor.no](http://www.telenor.no)).

I februar 2003 fikk Telenor 15 måneders utsettelse i sin UMTS-utbygging. Utsettelsen ble innvilget uten noen form for sanksjoner. Følgelig ble kravet om å dekke 1,5 millioner nordmenn innfridd i mai 2004.

#### *4.2.3.2 NetCom GSM AS (NetCom)*

NetCom planla en raskere og mer ekspansiv utbygging enn Telenor. Deres konsesjonssøknad lover å dekke 76,5 % av befolkningen etter bare tre år mot Telenor sine 63 %. NetCom fikk tildelt UMTS-konsesjon i desember 2000 (Samferdselsdepartementet, [www.netcom.no](http://www.netcom.no)).

I juli 2001 gjennomførte NetCom sin første UMTS-samtale i eget nett. I februar 2003 fikk NetCom 15 måneders utsettelse i sin UMTS utbygging. De begrunnet utsettelsen med mangel på terminaler. Samferdselsdepartementet innvilget utsettelse uten noen form for sanksjoner.

I skrivende stund er NetCom pålagt dagbøter av Samferdselsdepartementet, men selskapet har anket denne avgjørelsen og utfall er derfor usikkert. Bøtene ble pålagt grunnet manglende utbygging.

#### *4.2.3.3 Hi3G Access Norge AS (Hi3G)*

I september 2003 fikk Hi3G tildelt konsesjon til å bygge ut eget UMTS-nett. Selskapet var eneste søker til de to ledige konsesjonene. Kravene knyttet til konsesjonen ble lettet betraktelig. Årsaken var at norske myndigheter ut i fra et samfunnsøkonomisk perspektiv ønsket minst tre aktører med eget UMTS-nett. Kravene Hi3G skal innfri er blant annet en dekningsgrad på 30 % innen seks år, noe som tilsvarer de tett befolkede områdene rundt Oslofjorden. I dekningsområdet kreves det en minimums overføringskapasitet på 128 kbit/s. Selskapet har betalt inn 62 millioner for konsesjonen, i tillegg må selskapet stille en lisensgaranti på 40 millioner kroner som skal innbetales innen 31.12.2005.

Hi3G er eid av Hong Kong-baserte Hutchison Whampoa Limited (Hutchison) (60 %) og svenske Investor AB/Wallenberg (40 %). Selskapet har også etablert seg i Danmark, Storbritania og Sverige under merkenavnet ”3”. Tjenestene blir utviklet i samarbeid med andre Hutchison selskaper i verden. Hutchison har eierinteresser over hele verden. Eierstrukturen i de ulike selskapene er ulik. Noen selskaper er heleid, mens i andre tilfeller er Hutchison bare deleier. Selskapet prøver å markedsføre merkenavnet ”3”

internasjonalt (Samferdselsdepartementet, [www.itavisen.no](http://www.itavisen.no), [www.three.co.uk](http://www.three.co.uk), [www.threee.com](http://www.threee.com)).

#### *4.2.3.4 Virtuelle operatører*

I øyeblikket er det ingen virtuelle operatører som er etablert i UMTS-markedet. Grunnen er naturligvis at det fysiske nettet ikke er operativt enda. Det må regnes som svært sannsynlig at eksisterende virtuelle operatører i GSM-nettet vil utvide til å inkludere UMTS dersom det viser seg å være lønnsomt. Konesjonskravene åpner for at virtuelle operatører kan etablere seg i de nye UMTS-nettene.

### **4.3 Tjenester og terminaler**

Vi vil se på hvilke muligheter dagens terminaler har, og hvilke muligheter vi ser for oss fremtidens terminaler kan tilby. Deretter vil vi se på hvilke tjenester som i dag tilbys, og hvilke nye tjenester vi kan forvente i det kommende UMTS-nettet.

#### **4.3.1 Dagens terminaler**

Tilbudet av terminaler er stort og øker kraftig. De tre største mobiltelefonprodusentene har annonsert at de i 2004 til sammen vil slippe 250 nye modeller. I tillegg til dette kommer det modeller fra mange mindre produsenter. Det har vært en stor utvikling av mobile terminaler siden GSM så dagens lys. Fra å være tunge og store har de fleste i dag en telefon som er svært lett og kan puttes i lommen om en ønsker det. Etter at størrelsen ble redusert har utviklingen gått mot mer avanserte terminaler som inneholder flere funksjoner enn tidligere.

Mange terminaler har i dag mulighet til å sende og motta e-post, kalender med mulighet for å lagre avtaler, adressebok, internettleser, og mulighet til å laste ned og vise dokumenter, bilder og lyd. Skjermene på terminalen er blitt både større og bedre. I dag er størrelsen ofte begrenset av størrelsen på skjermen og tastaturet. Ved å legge inn tastaturet i en touch skjerm har man oppnådd muligheten til å få relativt store skjermer på små enheter. Ettersom terminaler med innebygd kamera gjør sitt inntog, blir det også større behov for bedre skjermer som kan vise levende bilder.

Terminalene støtter ny teknologi løpende. Eksempler på slik teknologi er GPRS, HSCSD, MMS, SMS, Bluetooth, IR og WAP som alle er relativt vanlige. WLAN har til nå ikke vært vanlig å finne i mobil-terminaler, men det har nå kommet terminaler som kan brukes til den trådløse bredbåndsteknologien WLAN. Dette åpner for muligheten til å øke overføringskapasiteten betraktelig og langt utover begrensningene til UMTS.

I de senere år har det blitt integrert flere andre funksjoner i terminalene. For eksempel er det på noen modeller bygget inn en FM-radio, MP3-spiller og avanserte spill. Andre har innebygd Global Positioning System (GPS) som gjør at brukeren kan vite akkurat hvor en er.

#### **4.3.2 Fremtidens terminaler**

De første UMTS terminalen som er lansert i Norge kan brukes i både GSM- og UMTS-nettet. Et av salgsargumentene for UMTS er at nye terminaler skal utnytte konvergens til andre nærliggende teknologier til UMTS. For eksempel vil terminalene kunne brukes på WLAN-nett parallelt med UMTS. Denne muligheten er som nevnt allerede introdusert for GSM.

Det er rimelig å anta at vi vil se en større integrasjon mot teknologier som finnes i dag. Etter hvert som det blir utviklet nye teknologier vil også disse bli integrert. Det er per tidspunkt ingen indikasjoner på at myndighetene vil hindre en slik integrasjon eller at det vil oppstå standardkriger mellom leverandørene av ulike terminaler.

Hvordan fremtidens terminaler blir seende ut avhenger like mye av motebildet som av hva teknologien i fremtiden vil tillate. Med stor sannsynlighet vil vi se en større utbredelse av terminaler som ikke har den tradisjonelle mobiltelefon-fasongen. Terminalen kan ta form som smykker, klokker, bilradio, PDA, lommebok osv.

#### **4.3.3 Tjenester og behov for kapasitet**

Når UMTS-nettet åpner vil det i første omgang kun bli tilbudt tjenester som allerede blir tilbudt via det eksisterende GSM/GPRS-nettet. Med tiden er det allikevel forventet at det vil bli utviklet nye tjenester ettersom dette er et krav for at aktørene skal kunne generere

tilstrekkelig med inntekter i UMTS-nettet. Operatørene har to valg. De kan enten legge forholdene til rette for andre aktører slik at de kan tilby innholdstjenester, og dermed generere inntekter som følge av økt trafikk i nettet, eller de kan selv utvikle og tilby innholdstjenester. Det siste vil være en vertikal integrasjon av forretningsområder. Dagens situasjon i GSM-markedet er en blanding av de to ytterpunktene. Telenor tilbyr for eksempel andre aktører å publisere innhold over Telenor sitt nett, samtidig som Telenor også produserer og selger innholdstjenester.

Innholdsbransjen spiller, og vil i fremtiden spille en stadig større rolle i telekommunikasjonsindustrien. Utviklingen på innholdssiden er allerede blitt en av driverne i bransjen og som følge av dette har det vært en trend at selskaper innen telesektoren har konvergert med andre industrier den siste tiden. I Norge har Telenor blant annet kjøpt opp eierandeler i A-pressen og kabelselskapet CanalDigital, og fremstår i dag på mange måter som et vertikalt integrert selskap med virksomheter også utenfor telesektoren ([www.telenor.no](http://www.telenor.no)).

Operatørene holder selv kortene tett til brystet, og det er nok sannsynlig at de velger svært ulike strategier alt ettersom hvilke forutsetninger de har. Forretningsmodellene vil nok variere, men at utviklingen av nye innholdstjenester er en nødvendighet hersker det liten tvil om.

#### *4.3.3.1 Tale*

Vi har tidligere vært inne på at kvaliteten på tale vil bli god. Vi går ikke nærmere inn på denne tjenesten.

#### *4.3.3.2 Meldingstjenester*

I dag finnes både SMS og MMS i GSM-nettet. Det er antatt at dette vil fortsette også i UMTS-nettet. MMS er mer dynamisk enn SMS ettersom det åpner for andre muligheter. MMS gir mulighet for å sende både filmsnutter, lydsnutter, bilder og annet multimedie innhold. Ettersom overføringshastigheten i nettet øker vil det muligens føre til mer kompliserte MMS meldinger. Allerede nå finnes det telefonkatalog søk via MMS der en

får tilbake et kart over området hvor den søkte personen/bedriften holder til. Det er svært sannsynlig at det vil bli utviklet en del tjenester som benytter seg av SMS og MMS.

#### *4.3.3.3 Video - telefoni*

På fasttelefon har en tidligere prøvd å lansere videotelefoni. Det må sies at dette har hatt begrenset suksess. Noen mener at dette skyldes at mennesker liker å være litt anonyme når de snakker i telefonen. Videotelefoni foregår via streaming (lyd eller bilde som overføres direkte) av både lyd og bilde. Kapasiteten i UMTS-nettet setter begrensninger på kvaliteten av sendingen. Så lenge en holder seg til små høyttalere og små skjermer på de håndholdte terminalene, er overføringskapasiteten stor nok. Dersom en ønsker store skjermer blir kvaliteten for dårlig. Dagens trend er at nye terminaler inneholder to kamera slik at man kan bruke ett til å ta bilder med, eventuelt å filme med. Den andre er festet rundt skjermen slik at en kan se skjermen samtidig som en filmer seg selv. Dette er et klart tegn på at man har tenkt til å satse på videotelefoni.

#### *4.3.3.4 Audio og video Streaming*

Når lyd eller bilde blir overført direkte, kalles dette streaming. Det vil i begynnelsen være mest aktuelt med små videosnutter. Det kan være en nyhetsreportasje eller en musikkvideo. Ettersom overføringskapasiteten øker vil vi nok se en større interesse for å overføre film, lyd og bilde. Det eksisterer mange tusen radiostasjoner som kun sender via Internett. Denne formen for audio streaming kan bli aktuelt for håndholdte terminaler i fremtiden.

Streaming krever generelt svært stor overføringskapasitet. Hvor stor båndbredde slike tjenester krever er svært avhengig av terminalene. Dersom det er små skjermer og dårlig lyd på terminalene, er det ikke nødvendig å sende lyd og bilde som er av bedre kvalitet. Til sammenligning så er det i dag mulig å se film via bredbånd. Slike tjenester kan kreve en overføringskapasitet på over 1500 kbit/s. Fremdeles kan ikke denne kvaliteten måle seg med DVD som krever enda høyere båndbredde.

#### *4.3.3.5 Internett-tilgang*

UMTS gjøre det mulig for personer å få vanlig internett tilgang. Det kan også være aktuelt for brukerne å få tilgang til intranettet på sin arbeidsplass. Det vil da være mulig å kunne laste ned e-post meldinger, web sider, dokumenter, bilder, lydsnutter, videoer osv. Overføringshastigheten er i dette tilfellet ikke like kritisk som ved streaming ettersom innholdet sees/høres først når hele filen er lastet ned. Større overføringshastighet vil imidlertid føre til kortere ventetid. Det er vanskelig å si hva som kreves av båndbredde her ettersom det blir en avveining av hvor viktig ventetiden er. På lik linje med at noen er fornøyd med å koble seg til Internett med modem (56 kbit/s), mener andre at å koble seg til med noe mindre enn 1 mbit/s er håpløst.

#### *4.3.3.6 Spill og musikk*

I dag er det mulig å laste ned ringetoner, logoer og bilder på telefonen. Denne trenden vil antagelig bli utvidet med lyd og bilde av bedre kvalitet. Nye terminaler har muligheten til å bruke digitalisert musikk som ringetoner. En vanlig mp3-fil med lyd kvalitet nær CD, er vanligvis rundt 4 MB. Dette tilsvarer 32 768 kbit. Det betyr at med en overføringskapasitet på 2 mbit/s tar det 16 sekunder mot over fire minutter ved 128 kbit/s, som er minimumshastigheten i UMTS-nettet.

#### *4.3.3.7 Betalingstjenester*

Betaling via mobile terminaler kan være svært praktisk. Det reduserer behovet for kontanter og småpenger. I dag finnes det eksempler på slike tjenester som å betale for parkering, brus og kinobilletter. Betalingstjenester kan også utvides til å betale flybilletter, regninger osv.

#### *4.3.3.8 Annet*

Allerede i dag er det mulig å lokalisere hvilket område en bruker er i (for eksempel tjenesten, NetCom Buddy), men det er ikke mulig å identifisere nøyaktig hvor brukeren befinner seg. Det nye UMTS-nettet muliggjør lokalisering i større grad. Spesielt hvis terminalen får GPS, er lokalisering enkelt. Dette åpner for nye tjenester som reklame og dagens tilbud i det du går forbi en restaurant eller butikk.



Man kan se for seg en tjeneste der man ankommer et nytt sted. Terminalen vet ved hvilke koordinater du befinner deg. Det kan da være mulig å laste ned et lokalkart for området hvor du befinner deg akkurat nå slik at du finner frem til din destinasjon.

#### **4.4 Alternative teknologier til UMTS**

Det finnes flere direkte og indirekte alternative teknologier til UMTS. En del vil hevde at kombinasjonen av eksisterende teknologier som allerede er helt eller delvis utbygd vil tilfredsstille de samme behov som UMTS. Vi vil i det følgende se kort på disse og hvordan de kan være substitutter eller komplementære teknologier.

##### **4.4.1 GSM**

Det første som er naturlig å se på er det eksisterende mobilnettet. Vi har allerede omtalt teknologien og utbredelsen, så vi vil ikke gjenta alt her. EDGE-teknologien regner vi med kommer til å bli videreført fra GSM til UMTS. Kunden vil da kanskje ikke merke noe forskjell på GSM og UMTS i første omgang. Senere vil det sannsynligvis bli implementert ny teknologi som gjør at UMTS-nettet blir raskere enn GSM-nettet.

Når det gjelder tale og vanlig telefoni er GSM en direkte konkurrent til UMTS. Når det kommer til mer kapasitetskrevene tjenester som dataoverføring etc. vil UMTS være overlegen GSM teknologien. Så lenge det ikke finnes tilstrekkelig med tjenester som kan dra nytte av den økte kapasiteten UMTS gir, er GSM en god konkurrent.

##### **4.4.2 WLAN**

Wireless Local Area Network (WLAN) er en benevnelse for flere typer trådløst nettverk. I dag tilbyr den mest vanlige standarden (802.11b) en overføringskapasitet på 11 Mbit/s. En annen standard (802.11g), som allerede har begynt å overta for den tidligere standarden, har en overføringskapasitet på 54 Mbit/s. Stadig vekk loves det at WLAN skal oppnå nye hastigheter, så om få år ser vi nok at høyere hastigheter er helt vanlig. Hastighetene som kan oppnåes via WLAN er dermed mange ganger så stor som ved UMTS. I dag er praktisk rekkevidde rundt et par hundre meter. Denne rekkevidden blir stadig utvidet. For eksempel kan en med Wi-MAX standarden oppnå

høyhastighetsoverføring i avstander helt opp til 50 km. Problemet i dag ligger i at denne teknologien foreløpig krever store stasjonære modemer og ikke små håndholdte terminaler (IT avisen 17.10.03). Som nevnt har UMTS rundt samme rekkevidde dersom man skal kunne overføre data i høy hastighet. WLAN er derfor per tiden ikke en direkte konkurrent til UMTS. WLAN kan i enkelte situasjoner være en konkurrent til UMTS, for eksempel når en sitter i ro på restaurant, busstopp, kjøpesentre etc.

Det kan her nevnes at det finnes et samarbeid mellom Telenor og Statoil der det bygges ut WLAN soner på alle statoilstasjoner i Norge. I praksis kjører man inn på en stasjon for å benytte seg av dette tilbudet. WLAN teknologien er for øvrig ikke beregnet for bruk i tilfeller hvor terminalen er i bevegelse ([www.wireless.com](http://www.wireless.com), [www.computerworld.com](http://www.computerworld.com), [www.dinside.no](http://www.dinside.no), [www.ericsson.com/technology](http://www.ericsson.com/technology)).

#### **4.4.3 Bluetooth**

Bluetooth er en standard for å overføre data trådløst. Rekkevidden på Bluetooth er begrenset (10m i sin enkleste form) og egner seg derfor best til innendørs bruk. Innendørs kan UMTS oppnå hastigheter på opptil 2Mbit/s, mens Bluetooth er begrenset til 1Mbit/s. Noen hevder at sikkerheten via Bluetooth er vesentlig bedre enn WLAN. Dette kan i øyeblikket være tilfellet, men med den nye krypteringsstandarden på WLAN faller dette argumentet bort. Med tanke på konkurrerende teknologier er det svært lite sannsynlig at det vil bli bygget ut et nasjonalt nettverk, og vi er av den oppfatning at Bluetooth ikke er noen reell konkurrent til UMTS ([www.bluetooth.org](http://www.bluetooth.org)).

#### **4.4.4 Digitalt bakkenett**

Et digitalt bakkenett handler først og fremst om å tilby digital-TV til alle (St. Meld. Nr. 44 om digitalt bakkenett for fjernsyn). Det nyopprettete selskapet Norges Televisjon AS eid av TV2 og NRK, er foreløpig den mest aktuelle kandidaten til å bygge et slikt nett. Bakkenettet kan sammen med en telefonlinje benyttes som et bredbåndnett. Man får da en nedlastingshastighet tilsvarende ADSL og en opplastingshastighet tilsvarende modem/ISDN. Vi har foreløpig ikke sett noen indikasjoner på at nettet også kan brukes til telefoni. Vi mener derfor at dette ikke er en reell konkurrent til UMTS.

#### **4.4.5 Bredbånd**

Bredbånd begynner å bli utbredt i Norge og det finnes mange tilbydere. Den mest populære og utbredte teknologien er DSL (Digital Subscriber Line), som benytter seg av det eksisterende fasttelefonettet. Det er uenighet om hvor stor båndbredde man trenger for å kalle det bredbånd. Det finnes ingen rett eller gal definisjon, men en av de vanlige grensene er satt til 500 kbit/s. Denne teknologien krever fysisk tilkobling, og vil på samme måte som WLAN være en konkurrent når brukeren og terminalen ikke er i bevegelse, og det er tilgang på fysisk tilkobling.

## **5 UMTS og konsesjonstildeling**

I dette kapittelet vil vi gjennomgå hvordan konsesjonstildelingen i forbindelse med UMTS-nettene ble utført i Norge og andre land. Vi vil kort gjennomgå auksjonsteorien med særlig fokus på distinksjonen mellom det vi tradisjonelt forbinder med auksjoner og en type auksjon som i litteraturen betegnes som skjønnhetskonkurranse (beauty contest). I en skjønnhetskonkurranse er det kort sagt den (de) søkeren (søkerne) som myndighetene mener er best egnet som får tildelt konsesjon.

Forfatterne vil for øvrig presisere for leseren at denne delen av utredningen ikke er en komplett oversikt, eller gir en dyp forståelse for auksjonsteori. Vår intensjon har først og fremst vært å kort presentere de mest kjente formene for auksjon som er brukt ved myndigheters tildeling av UMTS-konsesjoner. For mer om auksjonsteori og auksjoner i tilknytning til konsesjonstildeling innen telekommunikasjonsindustrien, anbefaler vi nettstedet til Paul Klemperer, se [www.paulklemperer.org](http://www.paulklemperer.org).

### **5.1 UMTS konsesjoner**

Dersom en i Norge ønsker å etablere og drifte samfunnsviktige telenett (herunder UMTS) må en, i henhold til lov av 23. juni 1995 nr. 39 om telekommunikasjon, inneha konsesjon. Samferdselsdepartement tildeler konsesjon til søkere etter anbefaling fra Post og Teletilsynet.

Konsesjoner er et praktisk verktøy myndighetene bruker for å regulere frekvensområdene. Dersom en ønsker økt konkurranse i et marked kan myndighetene tildele flere konsesjoner. I tillegg til konkurranseaspektet er det også et sikkerhetsmoment ved å ha flere parallelle nett. Nettene kan bli brukt av forsvaret, politi, brannvesen osv, i tillegg til at befolkningen kan tilkalle hjelp ved bruk av enhver mobiltelefon uavhengig av abonnement og nett.

Det er likevel forhold som taler for begrensning av antall konsesjoner: Myndighetene ønsker å ta hensyn til miljøet, og det er lite samfunnsøkonomisk lønnsomt med for mange parallelle nett. Vi snakker altså her om et naturlig monopol. Det er mangelen på konkurranse som i stor grad er med på å fremtvinge flere konsesjoner.

Da en i 1997 begynte å snakke om hvordan en skulle fordele UMTS-konsesjonene i Europa, var en svært optimistisk med tanke på avkastningen. Siden den gang har optimismen senket seg, og dette har ført til at forutsetningene for valget av utdelingsdesign har endret seg. Likevel er det en del land som har holdt på det opprinnelige tildelingsdesignet. Storbritannia, som har suksess-historien når det gjelder UMTS-konsesjonstildelingene, endret sin auksjonsdesign i takt med endrede økonomiske forventninger.

Ved konsesjonsutdeling kan man velge mellom å benytte en form for auksjon eller en skjønnhetskonkurranse (Beauty Contest). I realiteten er en skjønnhetskonkurranse også en form for auksjon, men i praksis skiller en ofte skjønnhetskonkurranser fra auksjoner.

Vi vil kort se nærmere på noen aspekter ved disse ulike tildelingsmetodene og vise hvordan de er brukt i utdelingen av UMTS-konsesjoner rundt om i verden.

## **5.2 Introduksjon til auksjoner**

Det finnes flere typer auksjoner, og valg av auksjonsform avhenger av situasjonen den skal brukes i. En gjennomgang av UMTS-konsesjonsutdelingen illustrerer dette godt. I følge Binmore og Klemperer (2002) har man designet en god auksjon dersom den har størst sannsynlighet for å allokere ressursene til dem som kan utnytte dem best. For å finne en riktig pris på konsesjonene er det ikke mulig å spørre budgiverne om hva de vil betale, ettersom de da har et sterkt insentiv til å underdrive. En må endre insentivene for å få dem til å snakke sant. Dette kan gjøres ved å få dem til å by mot hverandre. Auksjoner kan brukes til å synliggjøre informasjon som foretakene sitter på, men som myndighetene i utgangspunktet ikke har tilgang til.

Når man skal designe en auksjon er det særlig tre feller man vil unngå (Klemperer, 2002); dannelse av koalisjoner, avskrekke budgivere og aggressiv atferd. Dersom noen av aktørene klarer å kommunisere et samarbeid eller på andre måter samarbeide, kan auksjonen resultere i en lav pris. Med samarbeid menes eksplisitt samarbeid i det skjulte. Dersom det er for liten konkurranse kan dette også føre til en lav pris. Auksjonen bør derfor oppmuntre budgiver til å være med på auksjonen. Aggressiv atferd forekommer ved at sterke aktører presser andre mindre aktører til å melde seg ut av budrundene.

Dersom det er flere auksjoner med de samme budgiverne, kan en mindre budgiver bli straffet for uønsket atferd i en senere runde. En mer ressurssterk budgiver kan by ekstra høyt slik at prisen blir unødig høy i den neste auksjonen. Et lite foretak med en slik straff hengende over seg fra en av de store aktørene, vil kanskje ikke by like aggressivt som det en ellers ville gjort, i frykt for straff i neste runde. Ved et endelig antall møter/auksjoner (kjent slutt) vil imidlertid dette resonnementet ha en tendens til å svikte– jf ”chain store paradox.”

Etablerte netteiere, for eksempel eiere av GSM-nett, vil ha et fortrinn når nye UMTS-konsesjoner utlyses. Det kan kort nevnes momenter som kompetanse, kapitalbase, eksisterende merkevare, kundebase og skalafordeler. For å skape konkurranse er det derfor viktig for myndighetene å få inn nyetablerere. Eksisterende netteiere vil også ha fordeler med tanke på investeringskostnaden, ettersom de kan benytte mye av den eksisterende infrastrukturen i GSM-nettet (Klemperer, 2002).

Det er blitt brukt som argument mot bruken av auksjoner, at dersom lisensinnehaver må betale en høy pris for sin lisens, vil denne regningen overføres til kundene. Argumentet er ikke riktig fordi selskapene vil maksimere sin avkastning uansett hva de tidligere har betalt for lisensen (sunk cost).

For mer litteratur om auksjoner relatert til telesektoren henviser vi til rapporter skrevet ved SNF, i perioden 1998 til 2000 rundt dette temaet.

### **5.2.1 Åpen engelsk auksjon**

I en åpen engelsk auksjon starter man med en utropspris og fortsetter med å by høyere enn gjeldende bud. Høyeste bud vinner og prisen blir lik budet. Objekter kan selges sekvensielt eller simultant. Informasjon om konkurrentenes verdsetting blir avslørt underveis, noe som fører til at en kan revidere sitt bud. Ettersom det har vært svært vanskelig å vurdere verdien av et UMTS-nett, kan informasjonsutvekslingen føre til en mer riktig pris og man unngår i større grad ”vinnere forbannelse” (winners curse). For å ikke avsløre informasjon om sin egen verdsettelse er det mulig å vente med å komme inn i budrunden til senere. De fleste UMTS-auksjoner har derimot hatt regler mot dette, slik at en må være aktiv for å kunne fortsette å by.

Denne formen for auksjon er ikke ideell, med tanke på å prøve å få nyetablerere inn i UMTS markedet, dersom det er like mange lisenser som tilbydere av GSM (Klemperer, 2002). Det vil si at det er nok lisenser til at hver auksjonsdeltaker som er etablert i GSM-markedet uansett vil få en (likeverdig) lisens i UMTS-markedet. Dette kan illustreres ved eksempelet i USA, der det veletablerte Pacific Bell annonserte at de for enhver pris ikke kom til å tape auksjonen i Los Angeles overfor noen nyetablerere. Det førte til at de fikk lisensen for en lav pris ettersom alle konkurrentene hadde gitt opp kampen og ikke gikk inn i budrunden. Et slikt scenario forutsetter at konkurrentene fant Pacific Bell troverdig, og at de hadde en kostnad forbundet med å delta. Om et ukjent enkeltpersonsforetak hadde annonsert noe slikt, ville det under mest sannsynlig ikke avskrekket noen nyetablerere fra å delta.

I Storbritannia ble det derfor besluttet å tilby flere UMTS-konsesjoner enn det som eksisterte for GSM-nettet. Problemet med at man avskrekker nyetablerere blir derfor redusert. Auksjonen bestod av mange budrunder. Hver budgiver kunne vinne maksimalt én lisens og måtte være aktiv for å kunne fortsette til neste runde. Lisensene som ble utlyst hadde ulik verdi fordi de inneholdt noe ulike frekvensområder, og størrelsen på disse områdene var også forskjellig. Det faktum at også minst en av lisensene måtte gå til et foretak som ikke hadde GSM-lisens, var også motivasjon nok til å tiltrekke seg nye aktører (Klemperer, 2002). En annen grunn til at det var lett for myndighetene til å overtale flere aktører ønsket å delta i budprosessen, var at Storbritannia var det første landet til å auksjonere UMTS-lisenser. Derfor var det ingen helt klare favoritter blant aktørene som ikke allerede hadde GSM-lisens (Klemperer, 2002). Det å være først ut i verden, for å tiltrekke seg flest mulige aktører, var derfor planlagt av myndighetene i Storbritannia. Auksjonen i Storbritannia er den auksjonen som har innbrakt mest penger per capita av alle UMTS-tildelinger. Mange land har kopiert denne måten, men med varierende utfall. I Storbritannia ble det tildelt fem konsesjoner etter auksjonsformen. Prisen per konsesjon strakk seg fra 43 milliarder NOK til 65 milliarder NOK.

I Nederland ønsket myndighetene å gjenta suksessen i Storbritannia, og valgte derfor samme auksjonsdesign. Problemet her var at det var like mange eksisterende aktører i GSM-markedet som UMTS-lisenser. Resultatet var derfor at veldig få nye aktører ønsket å delta i auksjonen, ettersom det ikke var ”ledige” lisenser utover det som de etablerte

aktørene ville etterspørre. De største potensielle nyetablererne inngikk istedenfor derfor en samarbeidsavtale med de etablerte aktørene.

De fem lisensene ble solgt for mellom 2,5 milliarder NOK og 4,6 milliarder NOK per stykk. Myndighetene i Nederland hadde forventet å få inn over tre ganger så mye basert på forventningene fra auksjonen i Storbritannia ([www.cellular-news.com](http://www.cellular-news.com), 2004). Per capita tilsvarer dette 194 USD mot 735 USD per capita i Storbritannia, jf. tabell 2, side 40.

Flere andre land har også benyttet en engelsk auksjonsform med varierende utfall. I Tyskland ble det brukt en litt annen vri på en åpen engelsk auksjon. Antall lisenser ble bestemt endogent og ikke fastsatt på forhånd slik som er mest vanlig. Med dette menes at antall lisenser ikke ble fastsatt av myndighetene på forhånd, men ble avgjort underveis i auksjonen (Klemperer, 2002). Myndighetene i Tyskland auksjonerte bort til sammen 12 såkalte spektrum blokker. Budgiverne kunne få lisens ved å sette sammen enten to eller tre blokker. For eksempel kunne fire foretak vinne store lisenser sammensatt av tre blokker, eller seks foretak kunne vinne mindre lisenser bestående av to blokker hver. Hvert foretak kunne maksimalt vinne en lisens hver.

Dette viste seg å bli en suksess, da det ble solgt seks lisenser til 52 milliarder NOK per stykk. Dette tilsvarer 657 USD per capita. I følge Binmore og Klemperer (2002) var suksessen mer flaks enn god design ettersom de hevder at antall lisenser ikke bør bestemmes endogent. Grunnen til dette er ifølge Klemperer (2002), at noe av poenget med auksjonsdesignen som myndighetene i Tyskland utarbeidet var å la antall vinnere bli bestemt av budgivere som har informasjon som ikke er tilgjengelig for myndighetene. Dette kan for eksempel være informasjon vedrørende tekniske fordeler med store lisenser istedenfor små lisenser. Men utfallet av en slik auksjon er for det første drevet av budgiverens profittthensyn, og ikke av konsumentenes eller samfunnets velferd. Vi vil ikke gå nærmere inn på dette i denne utredningen, men Klemperer (2000, 2002) og Jehiel & Moldovanu (2001), diskuterer hvilke implikasjoner som kan oppstå. Det sentrale utenom dette er at budprosessene og auksjonen i Storbritannia allerede hadde avdekket mye informasjon angående aktørenes verdivurderinger og deres relative verdianslag på ulike lisenser (ulike med tanke på størrelse, dekning, frekvens etc.). Ifølge Klemperer 2002, er derfor poenget med å bestemme antall lisenser endogent ikke tilstede, og antall



lisenser burde derfor vært bestemt på forhånd. Klemperer nevner også konkrete eksempler på problemer som kunne ha oppstått med en slik auksjonsdesign. For mer om dette oppfordrer vi interesserte lesere til å lese Klemperer, (2002), "How (not) to run auctions: the European 3G telecom auctions".

### **5.2.2 Lukket første og andreprisauksjon**

I en lukket budrunde legger alle budgiverne inn ett bud, og de har ikke anledning til å vite hva de andre budgiverne byr. Høyeste bud vinner auksjonen. Dersom det er en førsteprisauksjon må vinner betale høyeste bud. I en andreprisauksjon vil prisen bli lik det nest høyeste budet. "Vinnners forbannelse" kan bli et stort problem i en førstepris auksjon dersom en har grovt overvurdert verdien av lisensene. Dette er ofte et problem som oppstår når det er betydelig usikkerhet om faktisk verdi på budobjektet. Til gjengjeld kan det hende at de andre budgiverne var villig til å by det vinnende bud, men at de håpet på å få konsesjonen til en lavere pris. I fravær av informasjon om konkurrentenes verdianslag, er det på en annen side rasjonelt å by sin forventede verdi.

Lukket førstepris auksjon er ikke like sårbar for koalisjoner som andre typer (Klemperer, 2002). En lukket budrunde er bedre egnet til å skape konkurranse mellom budgiverne. Dette skyldes at det er vanskelig å retaliere mot mindre budgivere, samtidig som det ikke er mulig å kommunisere med andre budgivere gjennom selve budgivingen. Selv dersom det gies flere bud er det vanskelig å kommunisere gjennom budene.

Danmark var et av de siste landene som skulle tildele konsesjoner i Europa. På denne tiden var forventet verdi av UMTS-nettene kraftig redusert. I dette tilfellet skulle det tildeles fire konsesjoner, og det var fire eksisterende aktører i GSM-markedet. Ved likt antall lisenser som eksisterende aktører kan nyetablerere bli avskrekket eller finner ingen hensikt i å delta i auksjonen jf. tidligere diskusjon og resultatene fra Nederland. Det ble besluttet å bruke en lukket budrunde, for å gi mindre sterke budgivere en større sjanse til å vinne lisens, i håp om å tiltrekke seg flere nye aktører og få presset de eksisterende aktørene til å by høyere bud. Prisen ble 800 millioner NOK for hver av de fire konsesjonene som ble solgt. Dette tilsvarte per capita på 108 USD. Sett i lys av de dårlige markedsforholdene ble auksjonen i ettertid regnet som en suksess ([www.cellular-news.com/3G](http://www.cellular-news.com/3G), Klemperer, 2002).

### **5.2.3 Hollandsk auksjon**

I en hollandsk auksjon starter auksjonarius med en høy utropspris og reduserer deretter prisen inntil det er noen som slår til. Vinneren av auksjonen betaler prisen som vinneren slo til på. Det første problemet man møter er at utropsprisen kan settes for lavt. Spesielt i utlysningen av UMTS-lisenser, hvor verdien av lisensene har vært vanskelig å fastsette, kan dette bli et problem. I Storbritannia ble lisensene solgt for et mye høyere beløp enn det myndighetene antok. En annen ulempe ved denne formen for auksjon er at det ikke avsløres ny informasjon om den enkelte, potensielle budgivers verdsettelse slik det gjøres i en åpen engelsk auksjon.

### **5.2.4 Kombinasjoner**

Man kan kombinere flere av de nevnte auksjonene for å komme frem til en bedre egnet design. Klemperer (2002) foreslår et Anglo Dutch design. Man starter da med en åpen engelsk auksjon og når det kun er to budgivere igjen, endres formen til en lukket budrunde der de to gjenværende legger inn sitt siste bud. Man får fordelene med avsløring av informasjon, samtidig som man ikke avskrekker budgivere fra å delta.

Vi anbefaler interesserte lesere å besøke nettstedet til Paul Milgrom som har skrevet en del om blant annet kombinatoriske auksjoner i telesektoren. Se [www.milgrom.net](http://www.milgrom.net).

### **5.2.5 Noen resultater fra UMTS-auksjonene**

Under følger en oversikt over noen utvalgte land og hvor mange amerikanske dollar UMTS-auksjonene brakte inn fordelt på antall innbyggere over 15 år. Tallmaterialet er hentet fra nettstedet [www.cellular-news.com](http://www.cellular-news.com) og er nominelle tall. Hvor mye kapital per capita auksjonene (eventuelt skjønnhetskonkurransen) innbringer gir en pekepinn for hvor vellykkede auksjonene (skjønnhetskonkurransen) er, men det er ikke et nøyaktig mål. Dersom beløpene i tabellen hadde vært justert for lokale forhold, med tanke på kjøpekraft, ville de gitt et litt jevnere bilde av situasjonen. For eksempel kunne en justert for børsenes telekommunikasjons indeks i de enkelte land. Dette er imidlertid ikke gjort her. For eksempel er det naturlig at Tsjekkia fikk inn mindre penger per capita enn England til tross for at auksjonene kan være like vellykkede.

Land	\$ per capita	Tildelingsmetode	År	Reservasjonspris
England	735	Auksjon	00	Ingen
Tyskland	657	Auksjon	00	Ingen
Italia	203	Auksjon	00	Ingen
Nederland	194	Auksjon	00	Ingen
Danmark	108	Auksjon	01	57 mill USD
Østerrike	90	Auksjon	00	Ingen
Taiwan	79	Auksjon	02	Variabelt, avhengig av lisens
Hellas	65	Auksjon	01	Ingen
Belgia	49	Auksjon	01	100 mill USD
Canada	36	Auksjon	01	Ingen
Norge	25	Skjønnhetskonkurranse	00	Konsesjonsavgift, 200 mill NOK
Australia	23	Auksjon	01	Ingen
Sveits	19	Auksjon	00	29 mill USD
New Zealand	17	Auksjon	00	Ingen
Israel	4	Auksjon	01	52,02 mill USD
Tsjekkia	2	Auksjon	01	Ingen
Malaysia	1.8	Skjønnhetskonkurranse	02	13,165 mill USD, årlig avgift for hver basestasjon.

Tabell 2.

Kilde: [www.cellular-news.com](http://www.cellular-news.com), 2004

Med en per capita på USD 25, plasserer Norge seg langt nede på tabellen. Da har vi lagt til grunn at myndighetene har fått inn 200 mill NOK x 4 konsesjoner. Tar vi hensyn til at kun to av de opprinnelige søkerne som fikk tildelt konsesjon har betalt inn konsesjonsavgiften på 200 mill NOK, vil per capita falle ned til rundt USD 12,5. Som vi ser av oversikten valgte myndighetene i de fleste land en eller annen form for auksjon som tildelingsmetode av UMTS-lisenser. I denne oversikten er Norge og Malaysia de eneste landene som har gjort bruk av skjønnhetskonkurranse. Vi ser også at både Norge og Malaysia kommer langt ned på per capita oversikten i forhold til land som har benyttet en auksjon. En kan diskutere om per capita tallene til Norge og Malaysia eventuelt

kommer i tillegg til eventuell ekstra utbygging som følge av skjønnhetskonkurransen. Er det slik at foretakene forplikter seg til en utbygging og må overholde sine lovnader, og at følgende av å bryte dem er sanksjoner og bøter, kommer muligens eventuell ekstra utbygging i tillegg til per capita dataene. Er det derimot slik at foretakene kan bryte sine lovnader, og at sanksjoner og bøter er av en triviell art, påløper det ikke noe ekstra påslag på per capita dataene som følge av lovnadene om eventuell ekstra utbygging. Hvorvidt dette er tilfelle i Norge og Malaysia vil vi ikke diskutere noe nærmere her. For Norge sitt vedkommende, kommer vi nærmere inn på dette senere i utredningen.

Av tabellen ser vi også at det er store variasjoner i per capita tall mellom de land som har valgt auksjon som tildelingsform. Noe av grunnen til dette er ifølge Klemperer, (2002), at telekommunikasjonsselskapene nedjusterte sine verdi anslag i 2001 i forhold til år 2000, da blant annet Storbritannia avholdt sin auksjon. En annen grunn er ifølge Klemperer, (2002), dårlig auksjonsdesign.

### **5.2.6 Skjønnhetskonkurranser: Introduksjon**

I en skjønnhetskonkurranse er det den søkeren som myndighetene mener er best egnet som får konsesjon. Man må i forkant bli enig om noen kriterier som søknadene skal måles opp mot. Dette kan for eksempel være; dekningsgrad, (% av befolkningen), utbyggingstakt, båndbredde etc. I tillegg er det vanlig at en setter en del minstekrav.

Søkerne vil ofte binde seg til krav som er høyere enn minstekravet ettersom dette øker sannsynligheten for å vinne. I en ideell situasjon vil konkurransen mellom søkerne være slik at de vil binde seg til de høyeste kravene, som de selv mener er mulig å gjennomføre. Utfallet blir dermed at myndighetene oppnår den beste dekning og det beste tilbudet som er overhode mulig. Metoden oppfordrer også små foretak til å søke ettersom det ikke er nødvendig å skaffe til veie mye kapital for å betale lisensprisen.

Det er imidlertid knyttet flere ulemper til denne utdelingsmetoden for konsesjoner. Det at det må gjøres bruk av mye skjønn er et problem i seg selv. Det kan være stor uenighet om hvilke krav som søkerne skal måles opp mot. I tillegg kan det være uenighet om hvilken søker som faktisk tilfredsstiller kravene best.

Skjønnhetskurranser innbringer sjelden store summer. For eksempel ble konsesjonene i Finland og Sverige, i likhet med Norge, solgt for en relativ lav pris. Det finnes dog unntak som Frankrike der myndighetene solgte konsesjoner for 3,8 milliarder NOK per stykk. Sammenligner man Frankrike med tilsvarende land som har brukt auksjoner (for eksempel Tyskland), har disse landene fått inn mer penger enn Frankrike.

Dersom en selger lisensene for en lavere pris enn det som ville blitt innbrakt ved en auksjon, kan en betrakte dette som en indirekte subsidie og det kan være vanskelig å argumentere for at denne bransjen skal få indirekte subsidier, når andre bransjer ikke får det. På en annen side kan dette også sees på som at myndighetene tar seg betalt i form av (løfter om) realinvesteringer som går utover det profittmaksimerende istedenfor direkte innbetalinger. Et problem er at løftene ikke i realiteten ikke er bindende, jf. diskusjonen i avsnitt 6.2.7.

En god oversikt over frekvenstildeling i europeisk telekommunikasjonssektor er Börgers & Dustmann i Economic Policy, 2003.

### **5.2.7 Konsesjonstildelingen i Norge**

Norge har hatt erfaringer med skjønnhetskurranser fra tidligere tildelinger av ulike konsesjoner, og dette var en av årsakene til at denne tildelingsformen ble brukt da konsesjonene for tredje generasjons mobilnett skulle tildeles (Samferdselsdepartementet).

Post og Teletilsynet offentliggjorde minimumskrav for å søke konsesjon og det ble bestemt at det skulle tildeles fire konsesjoner for bygging av UMTS-nett i Norge. Dette kan sees på som analogt til utropsprisen i en tradisjonell auksjon. Selve konsesjonsavgiften var en engangsgift og ble fastsatt til 200 millioner kroner. Deretter skal det betales en årlig frekvensavgift som fastsettes av Stortinget i forbindelse med statsbudsjettet. For 2001 ble den fastsatt til 20 millioner kroner.

Det var syv søkere som søkte konsesjon for bygging av UMTS-nett. De fire aktørene som fikk tildelt konsesjon var: Broadband Mobile eid av Enitel og Sonera, Tele2 Norge, Telenor Mobil og NetCom. Enitel gikk senere konkurs og da Sonera fusjonerte med Telia gav Broadband Mobile avkall på sin konsesjon ettersom Telia hadde en stor eierpost i og

senere kjøpte opp NetCom. Tele2 hadde ikke oppfylt konsesjonsvilkårene og gav også avkall på sin konsesjon. De to gjenværende aktørene som har forpliktet seg til å bygge ut landsdekkende nett er dermed Telenor og NetCom. De to ledige konsesjonene ble i ettertid utlyst på nytt, men med sterkt reduserte krav. Hi3G kjøpte senere den ene konsesjonen for 62 millioner kroner. Den siste konsesjonen er fortsatt ledig.

Kritikerne av konsesjonstildelingsmetoden som ble brukt i Norge, mener at myndighetene kunne fått vesentlig mer for konsesjonene hvis tildelingen hadde skjedd via auksjon. Tildeling etter en såkalt skjønnhetskonkurranse får også implikasjoner utover det at staten gikk glipp av store inntekter. En følge av skjønnhetskonkurranser er at den som lover mest i søknaden får konsesjon. Lovnadene må dog være troverdige. I ettertid har det imidlertid vist seg at aktørene som ble tildelt konsesjon ikke klarte eller ønsket å leve opp til sine lovnader. Dette har ført til at konsesjonskravene er blitt vesentlig lettet. Både NetCom og Telenor fikk i februar 2003 en utsettelse på 15 måneder. Senere i utredningen vil vi diskutere om selve konsesjonstildelingen kan inneholde opsjonselementer og eventuelt hvordan aktørene kan konstruere en realopsjon i forbindelse med tildeling av konsesjoner etter skjønnhetskonkurranseprinsippet.

Etter første runde med konsesjonstildelinger har det blitt gitt konsesjon til å benytte frekvensene i 450 MHz båndet, som tidligere ble benyttet til NMT 450. Selskapet Nordisk Mobiltelefon AS eid av Svenske Advanced Research Sweden AB har lagt inn et bud på én million kroner og vil få tildelt denne konsesjonen når beløpet er innbetalt. Teknologien som skal brukes i dette nettet er et alternativ til UMTS, med benevnelsen CDMA 2000. Den gir omtrent de samme mulighetene som UMTS, men har lengre rekkevidde og den har vært utprøvd over lengre tid i andre deler av verden som USA og Kina. Terminalene er foreløpig ikke kompatible med verken UMTS eller GSM. En annen ulempe med det nye 450-nettet er at konsesjonskravene krever at det skal bygges ut der hvor det ikke er GSM-dekning fra før. Dette er typisk langt borte fra byer og oppe i fjellet der det bor få eller ingen mennesker.

## 6 Opsjoner

Kapittelet innledes med generell opsjonsteori og en innføring av basisbegreper rundt opsjonsteorien. Videre i kapittel 8 vil vi gi en kort innføring i realopsjoner, peke på hva som skiller realopsjoner fra finansielle opsjoner samt gi en motivasjon for utviklingen av realopsjonsteorien. Vi vil påpeke eventuelle begrensninger og forutsetninger ved bruk av realopsjoner. Med dette utgangspunktet vil vi tilslutt gjennomgå hvilke typer realopsjoner som eksisterer for foretakene i UMTS-markedet. For en dypere innsikt i realopsjoner henviser vi imidlertid til annen litteratur. Dixit & Pindyck (1994), gir for eksempel en glimrende innsikt i fagområdet. De fleste lærebøker innen finans behandler i dag også dette temaet. Se for eksempel McDonald (2003), og Hull (2003).

I motsetning til andre utredninger har vi i nærværende utredning utelatt mye av den generelle teorien. Vi har valgt å fokusere på markedsdelen, identifikasjonen av opsjonselementer og modellen vi senere utleder i kapittel 8.

### 6.1 *Generelt om opsjoner*

Det er to typer standardopsjoner, kjøpsopsjoner (call) og salgsopsjoner (put). En kjøpsopsjon er en rett, men ikke en plikt, til å kjøpe et underliggende aktivum innen eller på et gitt tidspunkt til en på forhånd avtalt pris. En salgsopsjon er en rett, men ikke en plikt, til å selge et underliggende aktivum innen eller på et gitt tidspunkt til en på forhånd avtalt pris.

En europeisk opsjon er en opsjon som kun kan utøves på et gitt tidspunkt (forfallstidspunkt), mens en amerikansk opsjon kan utøves på eller innen et gitt tidspunkt. Dette innebærer at en amerikansk opsjon alltid vil være minst like mye verdt som en europeisk opsjon.

## **6.2 Realopsjoner**

Begrepet realopsjoner dukket for første gang opp i artikkelen: "Determinants of corporate borrowing" av Stewart Myers i 1977 (Journal of Financial Economics, 5). Den refererte til bruk av opsjonsteori for verdsetting av ikke finansielle aktiva, eller realinvesteringer, med fleksibilitet og læring som viktige dimensjoner. I 1980-årene og begynnelsen av 1990-årene fikk begrepet moderat oppmerksomhet, i akademiske miljøer, mens næringslivet begynte å interessere seg for realopsjoner som et verktøy for verdsetting og strategiutvikling først fra midten av 1990-årene. Det var først og fremst olje- og gass-industrien som omfavnet rammeverket for bruk i praksis, men bruken spredte seg raskt til andre bransjer. Både blant praktikere og akademikere har temaet fått bred oppmerksomhet de senere år.

## **6.3 Forskjeller fra finansielle opsjoner**

Den største forskjellen mellom finansielle opsjoner og realopsjoner knytter seg til underliggende aktiva. Finansielle opsjoner er instrumenter som er knyttet til finansielle papirer. Realopsjoner er som navnet impliserer et instrument knyttet til realverdier eller realinvesteringer. Siden det ikke finnes noen eksakt definisjon på hva som kan være underliggende aktiva ved bruk av en realopsjonstilnærming er det vanlig å karakterisere underliggende aktiva som ikke-finansielle aktiva. Et eksempel kan være utbygging av et oljefelt, der underliggende aktiva er verdien av fremtidige kontantstrømmer, som igjen avhenger av oljepris (Ekern, 1985). I motsetning til finansielle opsjoner finnes det vanligvis ikke et velutviklet marked for å handle realopsjoner. Underliggende aktiva ved en realopsjonstilnærming er ofte aktiva som ikke kan handles i et velfungerende marked. Ofte vil det også være dårlig tilgang til informasjon om underliggende aktiva.

Realopsjoner har ofte lang løpetid, mens finansielle opsjoner har gjerne en kortere løpetid. Den lange løpetiden bidrar også til at det kan være vanskelig å finne verdi på underliggende aktiva.

I modellen i kapittel åtte vil vi forutsette at foretakene har en evigvarende opsjon på å investere i UMTS-nettet. Vi vil også diskutere hvorvidt dette er en realistisk forutsetning.



Realopsjoner er relativt vanskelig å verdsette fordi de ofte består av lite oversiktlige kontantstrømmer og kontantstrømsberegninger med en betydelig grad av usikkerhet. Realopsjoner har ofte likhetstrekk med amerikanske opsjoner, ettersom en realopsjon typisk kan utøves når som helst.

#### **6.4 Motivasjon for realopsjonsteorien**

Bruk av realopsjoner er først og fremst hensiktsmessig med tanke på evaluering og beslutninger i forhold til investeringsprosjekter.

I praksis benyttes ofte nåverdimetoden til å evaluere investeringsprosjekter. Nåverdimetoden vil akseptere prosjekter som har positiv nåverdi. Hvis en evaluerer gjensidig utelukkende prosjekter, vil nåverdimetoden velge det prosjektet som har høyest nåverdi.

Dixit & Pindyck (1993) påpeker at de fleste investeringsbeslutninger deler følgende tre karakteristika:

1. Investeringen er delvis, eller fullstendig, irreversibel.
2. Det er usikkerhet knyttet til fremtidig inntjening fra prosjektet.
3. En har en gitt fleksibilitet med tanke på tidspunkt for investeringen. En har for eksempel mulighet til å utsette investeringen i påvente av mer informasjon om markedsutsikter etc.

Investeringsprosjekter er derfor ofte komplekse og nåverdimetoden slik den vanligvis presenteres, tar ikke tilstrekkelig hensyn til overnevnte karakteristika. Den tradisjonelle nåverdimetoden baserer seg på diskontering av forventede kontantstrømmer og tar ikke hensyn til at ledelsen kan endre strategi underveis. Hvis et investeringsprosjekt har fleksibilitet, i form av for eksempel mulighet til å utsette en investering vil tradisjonell nåverdianalyse ikke ta dette aspektet med i betraktningen. Trigeorgis (1995) definerer på denne bakgrunn det som ofte refereres til som utvidet nåverdimetode:

Utvidet NPV = tradisjonell NPV (nåverdien av forventede kontantstrømmer) + verdi av realopsjoner.

Opsjonsleddet tar hensyn til verdien av fleksibilitet. Dersom vi har fleksibilitet i et prosjekt gir tradisjonell nåverdianalyse galt resultat.

Når en benytter DCF (discounted cashflow, diskonteringsmetoder) metoder til å verdsette prosjekter, vil en implisitt anta at selskapet holder prosjektet passivt. Med andre ord vil en ignorere realopsjonene knyttet til prosjektet. Disse opsjonene kan ledelsen i foretak gjøre aktiv bruk av. Forenklet kan en si at DCF-analyser ikke reflekterer verdien av de mulige valgene ledelsen kan gjøre (Brealey & Myers, 2002).

Opsjoner kan ha betydelig innvirkning på et prosjekts verdi. Det er derfor viktig for foretakene å identifisere alle realopsjonene som er innbakt i et prosjekt. Ledelsen bør ha en formening om hvilke opsjoner som kan verdsettes ved bruk av kvantitative teknikker og hvilke en bør benytte mer kvalitative tilnæringsmåter for å evaluere (Ehrhardt et al, 1999).

En av grunnene til at tradisjonelle DCF-metoder ikke fungerer ved evaluering av komplekse prosjekter er at beslutninger underveis (sekvensielle) endrer risiko i beslutningstreet. Dette gjør det vanskelig å benytte en DCF-metode fordi diskonteringsrenten må endres ettersom risikoen endres underveis. Bruk av en DCF-metode med tanke på opsjonsprising i et prosjekt blir derfor unødig komplisert og vanskelig. Dette er analogt til at det er svært komplisert å benytte en DCF-metode for å prise finansielle opsjoner ettersom risikoen til en opsjon endres avhengig av hvordan verdien på underliggende aksje (aktiva) utvikler seg.

Realopsjoner oppstår enten naturlig (for eksempel opsjon på å nedskalere aktivitet), eller må planlegges og bygges inn til en merkostnad (for eksempel opsjon på å utsette investeringen).

## **6.5 Realopsjonsteoriens begrensninger**

I dag er realopsjoner et tema som behandles i de fleste lærebøker innen finans, og er et verktøy som i svært mange sammenhenger kan være hensiktsmessig å benytte ved investeringsbeslutninger. Riktig og fornuftig bruk av dette rammeverket belyser, som vi har nevnt, flere perspektiver og inkorporerer flere dimensjoner enn hva tradisjonell

nåverdianalyse gjør. I mange tilfeller vil derfor bruk av et realopsjonsrammeverk gi et bedre verdianslag og bedre beslutningsgrunnlag enn tradisjonelle beslutningskriterier. Det er likevel lett å bruke dette rammeverket på en feil måte, ettersom det er knyttet betydelige vanskeligheter ved å benytte og implementere dette rammeverket i praktiske problemstillinger (Borison, 2003). Realopsjonsteorien har i lang tid allerede fått stor oppmerksomhet fra akademiske miljøer, men har enda ikke fått det store praktiske gjennombruddet (Lander & Pinches, 1998). Vanskelighetene er spesielt knyttet til tolkningen av de resultater rammeverket gir, samt hvilke forutsetninger som legges til grunn ved bruk av en realopsjonstilnærming. Ved bruk av en realopsjonstilnærming er det særdeles viktig at en er klar over hvilke antakelser som ligger til grunn for realopsjonskonstruksjonen og dermed evalueringen av investeringsbeslutningen. Det er på sin plass å presisere at dette gjelder for så vidt ikke bare ved bruk av en realopsjonstilnærming, men gjelder selvfølgelig også når en benytter andre evalueringsmetoder, som tradisjonell nåverdianalyse.

Når vi senere skal identifisere realopsjonselementer i UMTS-markedet og utleder modellen i kapittel åtte vil vi derfor presisere eksplisitt hvilke forutsetninger modellen bygger på, og i hvilken grad de en realopsjonstilnærming er anvendbar i praksis.

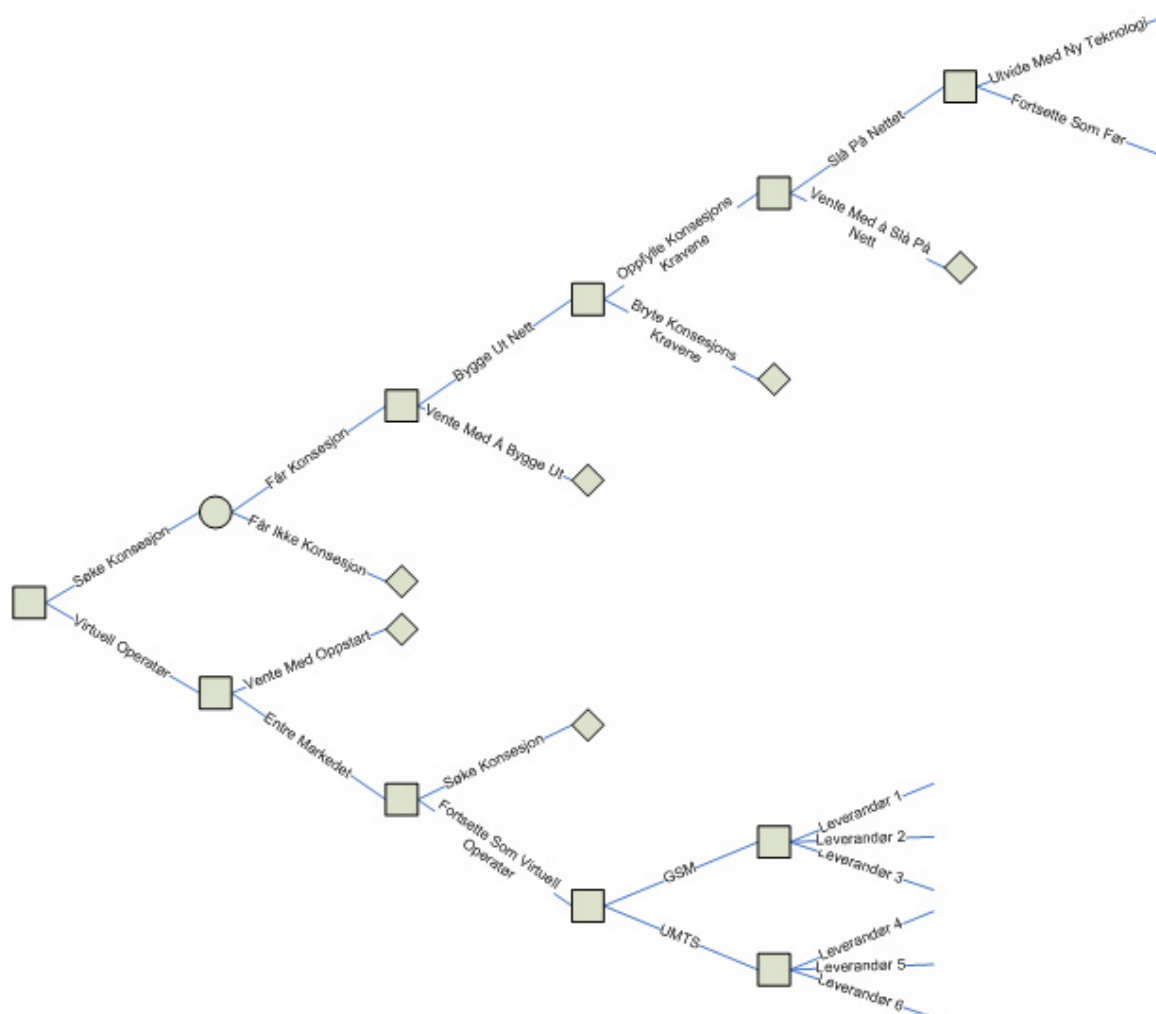
Den største faren med realopsjonsrammeverket er imidlertid at det alltid vil eksistere en fare for at realopsjoner kan brukes til å rettferdiggjøre dårlige investeringer. Damodaran (2002) hevder at en ikke bare må evaluere ut fra et kvalitativt perspektiv. Det må være et absolutt krav at beslutningstakere kan verdsette eventuelle realopsjoner og vise eksplisitt at den økonomiske gevinsten overstiger kostnaden ved en investering. En bør også være klar over at input data ofte lett kan manipuleres for å støtte nær sagt enhver konklusjon hvis rammeverket misbrukes. Damodaran hevder imidlertid at et estimat med mye støy er å foretrekke fremfor intet estimat.

## **6.6 Underliggende aktiva i UMTS-sektoren**

En opsjon er et derivat hvis verdi avhenger av verdien av andre underliggende variabler. Som oftest er underliggende variabler prisene på markedsomsatte aktiva. For finansielle opsjoner er underliggende variabel i de fleste tilfeller prisen på en aksje. I denne utredningen vil noe av utfordringen være å identifisere en hensiktsmessig underliggende

variabel når vi skal forsøke å benytte en realopsjonstilnærming på investeringer i UMTS - sektoren som også er brukbar i praksis. Underliggende variabel vil være ulik avhengig av hvilken beslutning vi analyserer.

## 6.7 Opsjonselementer i UMTS-markedet



Figur 2.

Kilde: Egen illustrasjon

Figuren over illustrerer mulige sekvensielle valg en aktør i UMTS-markedet står ovenfor. Kvadratene illustrerer de valg en operatør kan foreta, altså en beslutningsnode. Sirkel illustrerer en sannsynlighetsnode, mens romben illustrerer at operatøren har tatt et valg som gjør at en vil ende i et annet sted i beslutningstreet, eventuelt at en vil havne i en loop. Hvis en aktør i første periode har valget mellom å gå inn i markedet eller å vente med oppstart, og da velger å vente med oppstart, vil aktøren ha akkurat samme valget i neste periode. I figuren er dette illustrert ved nevnte rombe. Aktøren havner derfor i en loop, hvis foretaket i dette tilfellet velger å vente med oppstart i flere perioder etter hverandre. Det er situasjonsavhengig hvor lenge en aktør kan befinne seg i en loop. For en virtuell operatør kan foretaket i teorien vente med å gå inn i markedet så mange

perioder det ønsker. For en netteier er det mer realistisk å anta at det kun er mulig å for eksempel bryte konsesjonskravene i et gitt antall perioder (gitt at konsesjonskravene inneholder krav om tidsfrister, noe de som oftest gjør).

Det første valget et foretak som ønsker å operere i UMTS-markedet står ovenfor, er valget mellom å søke konsesjon for å bygge ut eget nett og bli netteier, eller å leie kapasitet hos en eksisterende netteier, altså bli virtuell operatør. Siden dette er et valg, illustreres derfor dette med et kvadrat, altså en beslutningsnode.

Hvis aktøren velger å bli virtuell netteier, har aktøren to nye valg. Aktøren kan enten vente med å gå inn i markedet, eller den kan gå inn i markedet umiddelbart. Dette er et valg og illustreres derfor med en beslutningsnode. Hvis foretaket velger å vente med å gå inn i markedet, vil foretaket i neste periode stå ovenfor det samme valget igjen; gå inn i markedet eller vente til neste periode. Som nevnt illustreres en slik loop i modellen vår med en rombe.

Hvis foretaket derimot velger å gå inn i markedet, er det viktig å presisere at aktøren i neste periode fortsatt kan velge å søke konsesjon for å bli netteier. Selv om foretaket i en tidligere periode har valgt å bli virtuell operatør, er foretaket ikke avskåret fra å søke konsesjon til å bygge eget nett på et senere tidspunkt, gitt at det fremdeles er tilgjengelige frekvenser. Å være virtuell operatør er derfor reversibelt. Det andre valget foretaket kan gjøre er å fortsette som virtuell operatør i påfølgende periode. Valget mellom å søke konsesjon eller fortsette som virtuell operatør illustreres derfor med en beslutningsnode.

Hvis foretaket velger å søke konsesjon, ser vi at foretaket vil ende opp i en annen del av beslutningstreet. Foretaket havner i sirkelen som er en sannsynlighetsnode, ettersom aktøren med en viss sannsynlighet ( $p$ ) vil få innvilget konsesjon og med en sannsynlighet ( $1-p$ ) ikke vil få innvilget konsesjon. Hvis utfallet er negativt kan foretaket velge å fortsette som virtuell operatør eller velge å avvente til neste periode. Vi ser da at foretaket havner i en loop.

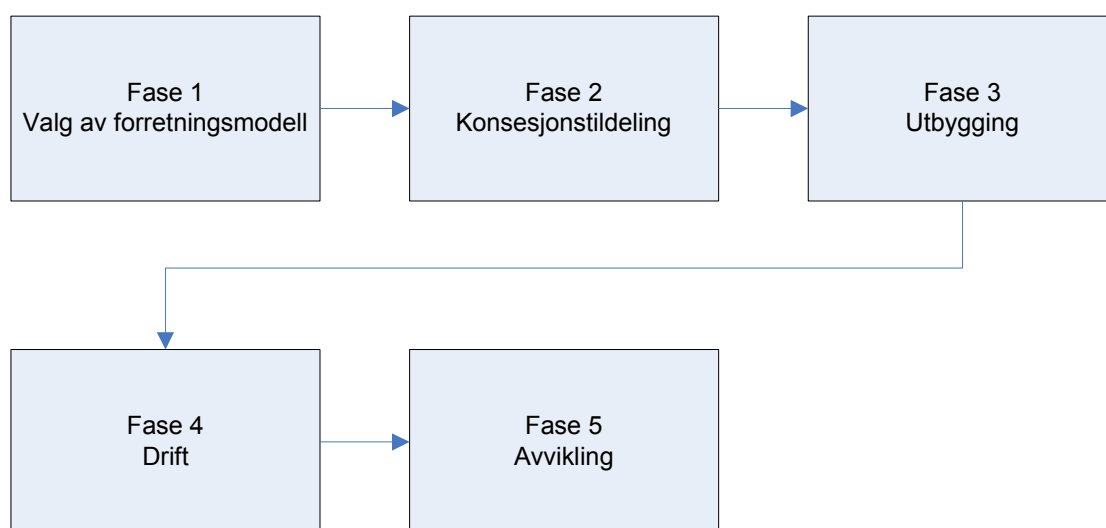
Velger foretaket å fortsette i neste periode som virtuell operatør kan det velge å operere i UMTS- eller GSM-markedet, eventuelt begge deler. Uavhengig av om foretaket velger å

operere i GSM- eller UMTS-markedet kan det også velge fritt hvilke leverandører den skal leie nett/kapasitet av. Disse valgene illustreres derfor med en beslutningsnode.

Hvis foretaket initialt velger å søke konsesjon ser vi at den vil havne i en sannsynlighetsnode (sirkel). Med sannsynlighet ( $p$ ) vil foretaket motta konsesjon og med sannsynlighet ( $1-p$ ) vil det ikke få innvilget konsesjon. I det norske UMTS-markedet tildelte Samferdselsdepartementet konsesjoner etter en skjønnskurransse (beauty contest). Sannsynligheten ( $p$ ) for å motta konsesjon er derfor påvirkbar i dette tilfellet ved at aktørene kan påvirke sannsynligheten for utfall ved å love mer i søknaden til departementet. Dette vil vi behandle nærmere senere i utredningen.

## 6.8 UMTS inndelt i faser

En av de største utfordringene ved bruk av realopsjoner er identifikasjon av opsjonselementer (Amram & Kulatilka 1999). Noen realopsjoner er knyttet til strategien eller prosjektbeskrivelsen, mens andre vil være vanskeligere å identifisere (Esche & Bicher 2002). En systematisk tilnærming er derfor nødvendig. Vi har valgt å dele inn levetiden for UMTS i ulike faser. Dette er for å få en oversikt over hvilke realopsjoner som eksisterer eller som eventuelt kan konstrueres i de ulike fasene.



Figur 3: Compound options (opsjon på opsjoner)

Kilde: Egen illustrasjon

## **6.9 Fase 1: Valg av forretningsmodell**

Det er flere måter en kan tilnærme seg UMTS-markedet. Vi vil i denne sammenheng kun se på aktører som tilbyr en form for abonnement som inkluderer ringetid. Vi utelater dermed tjenestetilbydere og produsenter av terminaler. Vi tar utgangspunkt i at foretaket har bestemt seg for å operere i UMTS-segmentet av mobilmarkedet.

I fase 1 (jf. figur 2) kan foretakene etter vårt rammeverk kun velge hvilken type forretningsmodell de ønsker å operere etter (jf. figur 1). Vi har kategorisert dette valget som en opsjon på opsjoner (compound options). Dette er en opsjon eller valg som gir opphav til nye opsjoner avhengig av valg av forretningsmodell. En annen måte å si dette på er at valg av forretningsmodell, gir opphav til to ulike opsjonsrekker jf. figur 1. Smit & Trigeorgis (2004) ser på R&D prosjekter innenfor teknologisektoren som typiske prosjekter som gir opphav til såkalte compound opsjoner.

I teorien kan en derfor finne verdien på opsjonsrekken, som valg av forretningsmodell gir, ved å summere de enkelte opsjonene. Summen av opsjonene for hver av forretningsmodellene gir derfor en indikasjon på hvilken forretningsmodell en skal velge. I praksis er det vanskelig å få hensiktsmessige resultater fra en slik modellering. Kvaliteten på resultatene avhenger av kvaliteten på resultatene av de individuelle opsjonsverdiene for hver forretningsmodell. Kvaliteten på resultatet er derfor avhengig av mange faktorer. I praksis vil det ofte være gitt hvilken forretningsmodell foretaket bør velge. I det norske UMTS-markedet var det relativt opplagt at både NetCom og Telenor ville velge å søke konsesjon for å bli netteier grunnet deres stilling som netteier i GSM-markedet.

Vi vil kort gjennomgå hva det innebærer å operere som henholdsvis virtuell operatør eller netteier.

En virtuell operatør eier ikke et eget nett, men leier i stedet kapasitet av netteierne. Dette betegnes som samtrafikk og er regulert i lov av 04. juli 2003 om elektronisk kommunikasjon (Ekomloven). Her stadfestets det at netteierne må tillate samtrafikk i eget nett. Loven sier også at netteierne må tillate at andre aktører installerer utstyr i nettet. En av de mest kritiske faktorene er prisen den virtuelle operatøren må betale for leie av



kapasitet. Denne aksessprisen settes av netteieren og den virtuelle operatøren etter forhandlinger. Post og Teletilsynet har rett til pålegge netteier å senke prisen dersom denne er satt uforholdsmessig høyt. Post og Teletilsynet har lovpålagt rett til å se alle kostnadsanalyser og kostnadsregnskap for å selv kunne vurdere hva som er rett pris. For en dypere diskusjon om aksesspris kan en se Clark & Easaw, 2003, (Optimal network access pricing for natural monopolies when costs are sunk and revenues are uncertain) som utleder en modell for optimal aksesspris i deres artikkel. Virtuelle operatører har dermed gjennom Post og Teletilsynet et vern mot å bli utnyttet av netteierne. Dette påvirker inntektsmulighetene for netteierne i negativ retning. Gabrielsen & Vagstad konkluderer i sitt arbeidsnotat (SNF 69/2003) at det for netteier alltid er lønnsomt å holde en høy aksesspris. Dette skyldes i stor grad at en skaper en inngangsbarriere mot virtuelle operatører.

Erfaring fra GSM-markedet viser at virtuelle operatører klarer å holde lavere priser til konsumentene enn det netteierne tilbyr konsumentene. Pindyck (2003) argumenterer for at aksessprisene settes for lavt i USA. Argumentet er at aksessprisene i USA er fastsatt for lavt, slik at de hindrer utbygging av nye nett fordi det er ulønnsomt for netteierne. Hvis aksessprisene hadde vært høyere ville incentivet til å bygge nye nett også vært høyere. Siden Norge og USA begge benytter kostnadsorientert prissetting, er hans argumenter også gjeldende i det norske markedet. Dette forutsetter at kostnadsorientering tolkes likt. Vi vil ikke gå nærmere inn på diskusjonen om aksessprising, men konstaterer at det er uenighet om hva prisen bør være. Erfaring fra GSM-markedet tilsier at prisen er lav nok til at å bli virtuell operatør er et reelt valg (jf. Sense Communications som går med driftsoverskudd).

Det er knyttet flere fordeler til å operere som virtuell operatør. I motsetning til netteier kreves det en relativt liten investering for å bli virtuell operatør. Man slipper kapitalkrevende investering i et fysisk nett. En annen fordel som virtuell operatør er at en kan velge hvilken netteier en vil benytte. Valget er avhengig av kritiske faktorer som pris, dekning og tekniske løsninger. Dersom disse faktorene endrer seg på et senere tidspunkt er det fullt mulig for den virtuelle operatøren å bytte leverandør. For mer om dette henviser vi til Pindyck, "Mandatory unbundling and irreversible investment in telecom networks", 2003.

Verdien for en virtuell operatør ligger blant annet i at man kan velge når man vil gå inn i markedet mer fritt. Valget om å gå inn i markedet kan sees på som en amerikansk opsjon (evigvarende call opsjon) der en på ethvert tidspunkt kan avgjøre om det er lønnsomt å utøve opsjonen. Den nye informasjonen om markedet, som blir avdekket etter hvert som tiden går, kan vise seg å bli svært verdifull. Dette gjelder for så vidt også for etablering med konsesjon, men da må en også ta hensyn til eventuelle sanksjoner foretaket vil pådra seg hvis det er krav om utbyggingshastighet i konsesjonsvilkårene. Den største forskjellen i fleksibilitet mellom en virtuell operatør og en netteier, vil ligge i utgangsmuligheten en virtuell operatør har. Dette vil vi se på litt senere i utredningen.

Dersom en har valgt å bli virtuell operatør er valget reversibelt i den forstand at en kan søke konsesjon på et senere tidspunkt og dermed bli netteier, forutsatt at det eksisterer ledige konsesjoner.

Dersom markedsforholdene bedrer seg, og en har bestemt seg for å gå inn i markedet vil en, som sent tilkommende aktør dra nytte av UMTS-markedsføringen som har forekommet. Det kan derfor være lettere å kapre markedsandeler på litt senere stadium, enn dersom foretaket er blant de første som må skape behovet for og markedsføre UMTS-tjenester i tillegg til å konkurrere med andre aktører. Dette er en dimensjon vi vil se nærmere på i modellen i kapittel åtte, men i en litt annen setting ettersom vi da tar for gitt at foretakene er netteiere.

Det kan være fornuftig å bli netteier selv om en ikke har tenkt til å bygge ut og drifte et UMTS-nett umiddelbart. Spesielt er dette gjeldende for eksisterende GSM-aktører som vil melke det eksisterende markedet for GSM. Inngangsbarrierene for å gå inn i mobilmarkedet vil øke dersom de store GSM-aktørene sitter på konsesjoner og delvis utbygde nett. Inntrengere må da ta hensyn til at dersom de bygger ut et nett, kan de eksisterende aktørene utvide sine nett og presse ut den nye konkurrenten ved hjelp av et virkemiddel som priskrig. Vi vil gå litt mer inn på inngangsbarrierer med tanke på telekommunikasjonsindustrien.

Et viktig aspekt ved konkurransestrategi er å finne måter en kan lage inngangsbarrierer (barriers to entry)– forhold som forhindrer/avskrekker nye konkurrenter fra å komme inn i markedet (Rubinfeld, 1997). En konsesjon gitt av det offentlige er et eksempel på en slik

inngangsbarriere. Denne sammen med skalafordeler (economies of scale), som eksisterer i nettverksmarkeder, gjør at inngangsbarrieren kan bli uoverkommelig. For at en inngangsbarriere skal virke må man overbevise eventuelle nykommere om at det vil være ulønnsomt for dem å gå inn i markedet. Inngangsbarrieren må også være troverdig. I Norge er det troverdig at både Telenor og NetCom vil bygge ut UMTS-nett og åpne nettene for kommersiell trafikk når det blir lønnsomt for andre å gå inn i dette markedet. Dersom dette skjer vil det være mindre lønnsomt for nye å etablere seg. Et lite foretak vil ha lavere troverdighet dersom det hadde konsesjon, og inngangsbarrieren vil derfor ikke vært like sterk. Dersom en bygger ut deler av nettet blir trusselen mer troverdig enn når en bare har konsesjonen.

Dersom aksessprisen settes høyt vil en kunne ha en betraktelig bedre lønnsomhet som netteier enn som virtuell operatør. Ny teknologi vil med stor sannsynlighet bli implementert i mobilnettverkene. Denne teknologien vil i første omgang bli tilgjengelig for netteier. Det vil være en viss tidsforskjell før de virtuelle operatørene kan benytte seg av den nye teknologien, og i noen tilfeller vil netteier kunne forhindre de virtuelle operatørene å gjøre bruk av den. Ekomloven gir andre aktører rett til den nye teknologien, men dette er ikke uten unntak i praksis.

Det tar tid å forhandle frem avtaler mellom netteiere og virtuelle operatører. Dette kan føre til at netteierne får en sterkere markedsposisjon enn det de virtuelle operatørene har når avtalen er signert.

Vi vil i den videre diskusjonen anta at aktøren på et tidspunkt har valgt å gå inn som netteier. Enten man har vært virtuell operatør tidligere eller om en har valgt å bli netteier umiddelbart.

### **6.10 Fase 2: Konsesjonstildelingen**

Som tidligere nevnt må foretak ha konsesjon for å bygge ut et UMTS-nett. Når foretaket får tildelt konsesjon binder det seg til en del konsesjonskrav. Vi vil i det følgende se på hvor bindende disse kravene er i praksis og om det er mulig å komme seg ut av dem. Sagt på en annen måte leter vi etter opsjonselementer som er fremkommet som følge av at skjønnhetskonkurranse er benyttet som tildelingsmetode av konsesjoner.

Når en søker konsesjon må en ta hensyn til følgende momenter: Sannsynligheten for å få konsesjon, sannsynligheten for at den kan reforhandles, kostnadene ved sanksjoner fra myndighetenes side, og sannsynligheten for at sanksjonene benyttes. Det er også viktig å merke seg at kontrakter og konsesjoner ofte er ufullstendige, det vil si at det kan forekomme situasjoner hvor de er uklare. Dette åpner for reforhandlinger. De viktigste konsesjonskravene i denne sammenheng er dekning og utbyggingshastighet. Dette er også de viktigste beslutningskriteriene når konsesjonene tildeles. En følge av dette er at dess mer en søker lover i sin konsesjonssøknad, dess større sannsynlighet er det for at søkeren får innvilget sin søknad. Første utlysning av UMTS-konsesjonene i Norge førte til at søkerne lovte mer enn myndighetenes minimumskrav for å øke sannsynligheten for å få tildelt konsesjon.

Troverdigheten til søkerne er viktig i denne sammenhengen, men det er ikke alltid slik at dette blir tillagt nok vekt. Et eksempel på dette (Moel & Tufano, 2000) er hentet fra Peru hvor myndighetene gav konsesjon til gruvedrift. Av tre søkere var det den som lovde mest som fikk konsesjon. Problemet var at denne søkeren var det minste selskapet som senere ikke klarte å gjennomføre sine forpliktelser, og myndighetenes krav ble derfor ikke oppfylt. Det er ikke gitt noen indikasjoner på at finansiell styrke til søkerne ble tillagt noen vekt ved tildelingen av UMTS-konsesjoner i Norge. Et tegn på at dette ikke ble vektlagt i særlig grad kan muligens være at en av de opprinnelige aktørene som fikk konsesjon, kort tid etter konsesjonstildelingen gikk konkurs.

Telenor som var relativt sikker på å få tildelt konsesjon hadde konservative anslag på dekningsgrad og utbyggingshastighet, mens NetCom, som var mer usikker på om de fikk tildelt konsesjon, hadde overraskende høye lovnader både når det gjaldt dekningsgrad og utbyggingshastighet. Dette kan tyde på at NetCom med fullt overlegg lovte mye i sin konsesjonssøknad for å få tildelt konsesjon, men aldri hadde til hensikt å overholde kravene, dvs. selskapet inkluderte opsjoner på å bryte kravene når det søkte om konsesjon.

Et sentralt spørsmål er hvilke sanksjoner myndighetene kan bruke dersom konsesjonsinnehaver ikke følger de kravene som er satt for konsesjonen. I henhold til Ekomloven kan myndighetene pålegge retting og endring, gi tvangsmulkt, tilbakekalle konsesjonen eller stenge nettet. Da Tele2 ikke klarte å oppfylle konsesjonskravene til

utbygging, ble Tele2 ilagt en tvangsmulkt. Denne mulkten kan ses på som prisen Tele2 betalte for å benytte seg av en venteopsjon. Post og teletilsynet foreslo i mai 2004 å ilegge NetCom en tvangsmulkt for ikke å ha oppfylt konsesjonens krav til utbygging. Samferdselsdepartementet har fastsatt mulkten til 500 000 NOK per uke, men NetCom har klaget på denne avgjørelsen og endelig utfall er derfor usikkert. Størrelsen på mulkten fra myndighetene fremstod for mange som overraskende stor, men sett i forhold til investeringskostnad er beløpet av triviell karakter. Vi vil se nærmere på implikasjonene av sanksjoner i modellen i kapittel 8.

Myndighetene har mulighet til å endre konsesjonskravene i begge retninger. Vi har sett at myndigheten har redusert kravene til utbygging tidligere. Dette viser at det finnes muligheter til å reforhandle avtaler som er inngått. Vi kan også vise til at da Tele2 ønsket å levere tilbake sin lisens, slapp de å beholde lisensen i to år før den kunne leveres inn slik kravet var. I stedet slapp de med en bot på 10 millioner som måtte betales umiddelbart. Med en årlig konsesjonsavgift på 20 millioner skulle Tele2 etter konsesjonskravene ha betalt inn 40 millioner for de to årene i tillegg til eventuelle tvangsmulker som følge av at de ikke bygget ut sitt UMTS-nett. I enkelte tilfeller er det derfor mulig å komme seg ut av konsesjonen for en relativt lav sum. Et anslag på utbyggingskostnaden for Tele 2 som florerte i media på den tiden, var på 3,6 milliarder NOK. Da Tele2 hadde levert inn sin konsesjon hadde selskapet totalt betalt 250 millioner NOK i avgifter og tvangsmulker.

Myndighetene er ikke alltid like konsistente i hva som bli ilagt av tvangsmulkt og sanksjoner. Dette kan illustreres ved Telia som fremdeles må betale for sin 1800-lisens selv om denne ikke er i bruk.

De siste konsesjonene som ble utlyst hadde betraktelig lavere konsesjonsvilkår enn de første. I følge teleanalytiker Tore Aarønæs ([www.digi.no](http://www.digi.no), [www.teleavisen.no](http://www.teleavisen.no)) kan det nye selskapet Hi3G klare seg med bare 1,5 milliarder til utbygging i motsetning til estimatet på 3,6 milliarder for Tele 2.

Det er sannsynligvis større mulighet for å få endret konsesjonsvilkår når UMTS-markedet går dårlig enn dersom det går bra. Dette kan bety at forhandlingsmuligheten for dagens netteiere er prisgitt markedsutviklingen. Dette er i så fall svært gode nyheter for netteierne

ettersom UMTS-markedet ikke er så lukrativt som det man trodde da de første konsesjonene ble utlyst.

Selv om dekningsgraden som er fastsatt i konsesjonsvilkårene ikke er redusert foreløpig, er det åpnet for at en kan benytte det eksisterende GSM-nettet dersom dette oppgraderes med EDGE-teknologi. Dette vil som vi tidligere har vært inne på være et ekvivalent alternativ til UMTS på mange områder. NetCom har signalisert at de vurderer å benytte denne muligheten i utkantstrøk. Eksisterende GSM-netteiere har altså i dette tilfellet en fordel i forhold til andre netteiere. Dette eksempelet illustrerer at det kan oppstå flere muligheter til å kunne tilpasse seg konsesjonskravene på en kostnadseffektiv måte.

Eventuelle søkere av konsesjon i fase 2, jf. figur 2, kan påvirke utfallet av konsesjonsbehandlingen ved utformingen av søknaden ved at de kan love mye og da øke sannsynligheten (p) for å motta konsesjon. jf. gruveeksempelet fra Peru som Moel & Tufano, 2000 behandler. Å love mye for å påvirke sannsynligheten for å motta konsesjon er i seg selv ikke en opsjon. Opsjonen ligger eventuelt i at hvis en mottar konsesjon, så har en mulighet til enten å innfri lovnadene eller å bryte dem. Dette forutsetter at en har fått innvilget konsesjon. Eventuelle opsjonselementer vil da ligge i det vi har valgt å definere som fase 3, utbygging. Å motta konsesjon er derfor en opsjon på opsjoner.

Det andre alternativet er å vente med å søke konsesjon. Hvorvidt dette er en opsjon eller ikke vil vi diskutere i nedenfor.

Vi har vært inne på at en kan vente med å søke konsesjon. Paradokset i denne sammenheng er at dersom markedet går opp og en ønsker å søke konsesjon, er det mindre sannsynlig for at en vil få en konsesjon.

Etter konsesjonstildeling i Norge kan vi observere at det er flere lisenser ledig som aktuelle aktører kan søke på. Nylig er det også blitt tildelt en ekstra lisens som benytter frekvensområdet til det tidligere NMT-nettet. Ny teknologi åpner for at det kan bli tilbudt flere lisenser på senere tidspunkt. Antall UMTS-lisenser er derfor ikke absolutt bestemt på noe bestemt tidspunkt.

Det er en rimelig forutsetning å anta at foretak, ex ante av den første konsesjonstildelingen, burde anta at det ville bli mulig å søke konsesjoner på et senere tidspunkt, som følge av at det ville bli tilbudt flere lisenser eller at noen kom til å levere inn lisensene sine.

Et stort problem i denne sammenheng at dersom markedet går opp eller andre faktorer gjør det mer attraktivt å investere i UMTS, er det mindre sannsynlighet for at noen leverer inn sin lisens. Dersom det blir mer attraktivt for én aktør å søke konsesjon, blir det også mer attraktivt for enn annen å søke. Konkurransen for å få konsesjon blir derfor større og aktørene kan bli tvunget til å love mye for å få konsesjon. Økte konsesjonskrav fører generelt sett til lavere avkastning på investert kapital. Det mest nærliggende eksempelet er at søkeren blir tvunget til å bygge ut i området som ikke er lønnsomt å bygge ut for å få tilgang til å bygge ut i de områder som er lønnsomme å bygge ut.

Det er grunn til å tro at dersom myndighetene er fornøyd med antall konkurrerende netteiere, vil konsesjonskravene og prisene holde seg på nivå med første utlysning eller høyere. Hvis det derimot er færre netteiere enn ønskelig, kan myndigheten redusere kravene og prisene, for å oppmuntre til at flere foretak søker konsesjon. Vi har tidligere nevnt at det er behov for flere netteiere for å skape konkurranse i UMTS-markedet.

### **6.11 Fase 3: Utbygging**

Telekommunikasjonssektoren har ikke hatt de beste forutsetningene for å lykkes med introduksjonen av det nye UMTS-nettet. For det første har årene etter 2000 vært preget av nedjusterte forventninger til den nye teknologien, samtidig som telekommunikasjonsbransjen har stått ovenfor store koordineringsproblemer med tanke på nett, terminaler og tjenester.

Utenfor Norge er det allikevel blitt bygget ut flere UMTS-nett som allerede er åpnet for kommersiell trafikk. Dette kan bidra til å løse koordineringsproblemene i bransjen, ettersom det skaper en etterspørsel etter terminaler og tjenester. Denne etterspørselen kan forhåpentligvis bidra til at utviklingen og utvalget av terminaler og tjenester øker. For netteierne i Norge vil det derfor være et argument å vente med utbyggingen av UMTS-nettet til koordineringsproblemene i bransjen er løst. Først når terminalene er tilgjengelig,

og det er utviklet nye tjenester, vil det være mulig for netteierne å få inntekter fra UMTS-nettet. For eksempel er overføring av data et viktig inntjeningsgrunnlag i UMTS-nettet. I dag har dette et svært begrenset omfang og med dagens volum er det lite penger å hente på overføring av data. Håpet er derfor at nye tjenester i fremtiden skaper et større behov for overføring av data.

Før Telenor Mobils åpning i desember 2004 har de norske aktørene brukt sine eksisterende UMTS-nett til å forske på. Målet er at nettene skal bli mer stabile og kvitt alle barnesykdommene. Teknologien som benyttes i dag er regnet som umoden, og dette har blant annet ført til at en del utstyr i nettene allerede er blitt skiftet ut. Etter hvert som teknologien blir bedre, vil nettene bli mer stabile og en vil derfor redusere vedlikehold og oppgraderingskostnader. Teknologisk utstyr faller relativt fort i pris, og det er naturlig å anta at det samme vil skje i dette tilfellet. Den teknologiske utviklingen kan også føre til at det kommer ny og rimeligere teknologi som helt eller delvis erstatter eksisterende UMTS-teknologien. De sparte kostnadene en oppnår ved å utsette investeringen i nettet øker derfor verdien på opsjonen til å foreta investeringen. Dette er noe som vi vil se nærmere på i kapittel 8 når vi utleder modellen for irreversible investeringer.

Mange av UMTS-aktørene i verden, som har konsesjon til å bygge ut et UMTS-nett, har allerede et ferdig utbygd og operativt GSM-nett. I Norge gjelder dette både Telenor og NetCom. Det vil være i netteierens interesse å melke GSM-markedet i størst mulig grad før de går over til det nye UMTS-nettet. Driftskostnadene ved GSM-nettet er små i forhold til investeringskostnadene i nye nett. I Sverige tilbyr UMTS-aktøren ”3” gratis ringetid i eget nett. Ettersom taletrafikk er det viktigste inntektsgrunnlaget i GSM-nettene er det grunn til å tro at aktørene heller vil at kundene skal ringe i GSM-nettet enn at de skal få gratis tale i UMTS-nettet. Som tidligere nevnt må en utvikle tjenester som får brukerne til å sende mer datatrafikk over nettet før UMTS-utbyggingen blir lønnsom.

Det vil være vanskelig i dagens situasjon å få kunder til å bytte fra GSM til UMTS. Det er viktig å få flest mulige kunder til å gjøre dette for å oppnå kritisk masse. Noen av årsakene til at det er vanskelig å få dette til er at terminalene er for dyre, dårlige og tunge, tjenestene for få og det er fremdeles noen tekniske problemer til å bytte mellom GSM og UMTS med samme terminal. Disse problemene vil bli redusert med tiden og det kan da være lettere å få kundene til å bytte over til det nye UMTS-nettet.



Eventuelle opsjonselementer avhenger av hvilket valg som er gjort med tanke på forretningsmodell.

Netteier
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Opsjon på å utsette/vente</li> <li>▪ Trinnvis utbygging</li> <li>▪ Opsjon til samarbeid med andre aktører</li> <li>▪ Opsjon på å endre input i produksjonsprosessen</li> <li>▪ Opsjon til å ikke innfri konsesjonsvilkår</li> <li>▪ Opsjon til å reforhandle konsesjonsvilkår</li> </ul>

Tabell: 3

### 6.11.1 Vente med å bygge ut / trinnvis utbygging

Dersom et foretak har mottatt konsesjon, står en ovenfor en annen type venteopsjon. Foretaket kan i en slik situasjon enten vente med å bygge ut nettet, eller det kan bygge ut nettet trinnvis i motsetning til full utbygging umiddelbart. Dette kan også ses på som ”follow on investments” eller ”multistage investments” (Smit & Trigeorgis, 2004).

Foretaket kan nyttiggjøre seg ny informasjon fortløpende ved å bygge ut gradvis. Når enkelte geografiske områder blir lønnsomme, kan dekningen utvides til disse områdene. For eksempel er det vanlig å begynne utbyggingen med steder hvor det er høy tetthet av potensielle brukere og senere utvide til mer gravgrendte strøk.

Prisen på en slik venteopsjon blir summen av straffen som må betales for å bryte konsesjonskravene. Vi har sett at NetCom og Telenor har ventet med å bygge ut sine nett. Samferdselsdepartementet lettet på konsesjonskravene slik at de fikk 15 måneders utsettelse. Kostnaden ved å utøve venteopsjonene ble i dette tilfellet null.

Selv om investeringen i et nytt UMTS-nett har positiv nåverdi, er det ikke sikkert at den beste beslutningen er å investere i prosjektet. I enkelte tilfeller kan det lønne seg å vente og se hvordan markedet utvikler seg. Hvis et selskap vurderer hvorvidt det skal investere i et nytt telenett, har selskapet en kjøpsopsjon som nærmer seg nåverdien av investeringens payoff ved forfall. Hvis nåverdien er større enn investeringskostnaden, vil kjøpsopsjonens

payoff være investeringens nåverdi. Hvis nåverdien derimot er negativ, vil kjøpsopsjonens payoff være null.

Sett at selskapet istedenfor har muligheten til å utsette en eventuell investering i det nye telenettet. Selskapet har fortsatt en kjøpsopsjon, men må forholde seg til en ny situasjon. Selskapet står ovenfor en avveining mellom å investere i dag eller å vente å se hvordan markedet utvikler seg. Hvis estimatene knyttet til hvordan markedet for UMTS forventes å utvikle seg er usikre, vil det være fristende for nettoperatorene å vente med investeringen. På en annen side vil det være slik at jo før en kan hente inn et prosjekts kontantstrømmer jo bedre. Hvis kontantstrømmene er høy nok, vil det lønne seg å utøve opsjonen så snart så mulig.

På mange måter vil kontantstrømmene fra investeringen i et UMTS-nett spille samme rolle som dividendeutbetalingene til en aksje. Når en aksje ikke utbetaler dividende, vil en amerikansk opsjon alltid være mer verdt levende og skal ikke utøves før forfall, men utbetalinger av dividende reduserer ex-dividende prisen og mulig payoff til kjøpsopsjonen ved forfall. Dividender vil ikke alltid implisere tidlig utøvelse, men hvis dividendeutbetalingene er tilstrekkelig store, vil innehavere av en amerikansk kjøpsopsjon utøve opsjonen før forfall for å sikre seg kontantstrømmene fra dividendeutbetalingene. Hvis de forventede kontantstrømmene fra en investering i et UMTS-nett er tilstrekkelig store, vil foretakene ønske å innkassere kontantstrømmen så tidlig som mulig og vil derfor foreta de nødvendige investeringene for å sikre seg disse kontantstrømmene. Hvis derimot de forventede kontantstrømmene fra prosjektet er lave, eller estimatene er forbundet med betydelig usikkerhet, vil selskapene ha insentiv til å benytte muligheten til å vente istedenfor å investere, selv om prosjektet har positiv nåverdi. Dette kan være en forklaring på hvorfor mange selskaper er avventede til prosjekter med positiv nåverdi. En slik skepsis til prosjekter med positiv nåverdi er rasjonell så lenge opsjonen til å vente er tilstrekkelig verdifull. Hvorvidt dette også er forklaringen på hvorfor UMTS-utbyggingen i Norge har gått tregt er usikkert, ettersom det ikke er mulig å innhente data fra Telenor og NetCom vedrørende deres estimater på inntjening og markedsutvikling.

### **6.11.2 Opsjon til samarbeid med andre operatører**

Myndighetene ønsker at mobilnettverk skal dekke en størst mulig del av befolkningen der de bor. Det fører til at dersom det bygges to nett blir disse parallelle. Det er lite samfunnsøkonomisk og miljøvennlig å bygge ut parallelle nett dersom det ikke er behov for det av kapasitetsmessige grunner. Kun i tettbefolkede områder eller områder der det er et spesielt behov for ekstra kapasitet, er det nødvendig med parallelle nett. Det er derfor åpnet for at konsesjonsinnehaverne kan samarbeide ved å bruke felles utstyr og infrastruktur. Myndighetene kan også pålegge samlokalisering og tvinge aktørene til å utnytte felles infrastruktur. Dette er regulert i Ekomloven kapittel 4.

For en aktør som har en sterk markedsposisjon kan det være uønsket å dele sin infrastruktur med andre, fordi inntektene av å leie ut kapasitet til andre aktører er mindre enn fordelene aktøren har av å kunne unnlate å slippe andre aktører inn på markedet. Omvendt vil det for en svak aktør være ønskelig å få tilgang til et eksisterende nett uten å få de fulle kostnadene ved å bygge ut sitt eget nett.

For aktører som er i omtrent samme posisjon kan det være gjensidig positivt å dele infrastrukturkostnadene med hverandre.

### **6.12 Fase 4: Drift**

Dersom investeringen i UMTS viser seg å være feilslått, enten fordi konkurrerende teknologi har fjernet grobunnen for markedet, behovet for nettet har endret seg, eller marginene i nettet er alt for lave, kan det være ønskelig å avvikle nettet. Eventuelt kan en innskrenke nettet ved å kun beholde nettet i enkelte deler av landet. Når man i disse dager prøver å gå fra GSM til UMTS kan man snakke om en opsjon i GSM-nettene. Det kan være ønskelig å legge ned GSM-nettet, selv om aktivt nett er økonomisk lønnsomt, for å få kundene over på UMTS-nettet. På denne måten tvinger netteierne brukerne over i det nye UMTS-nettet. En slik tankegang kan føre til at GSM-nettet bli avviklet. Når fjerde generasjon mobilnett kommer vil historien kunne gjenta seg for UMTS-nettet.

Netteier	Virtuell operatør
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Opsjon på å utvide produksjonskapasitet</li> <li>▪ Opsjon til å vente med å slå på nett</li> <li>▪ Opsjon til å endre input i produksjonsprosessen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Opsjon på å utvide produksjonskapasitet</li> <li>▪ Opsjon til å midlertidig nedskalere aktivitet</li> <li>▪ Opsjon til å avvikle aktivitet permanent (walk-away option)</li> <li>▪ Opsjon til å velge leverandør</li> </ul>

Tabell: 4

### 6.12.1 Vente med å slå på

Med å slå på nettet, mener vi i denne sammenheng at en åpner netter for kommersielt bruk.

Som tidligere nevnt har både NetCom og Telenor valgt å bygge ut sine nett i henhold til de reviderte konsesjonene, men kun Telenor har fremdeles åpnet nettene for kommersiell trafikk. Vi viser til Sverige hvor aktøren "3" allerede har passert 200.000 kunder (digi.no, juni 2004). Telenor skylder på at det er tekniske problemer som har vært årsak til utsettelsen (digi.no, 22.04.04). Både NetCom og Telenor har et UMTS-nett som dekker mer enn 1,5 millioner nordmenn der de bor.

Det er flere årsaker til at det kan være hensiktsmessig å bygge ut UMTS-nett, men uten å åpne det for kommersiell trafikk. Slik konsesjonskravene har blitt tolket til nå, er det kun behov for å bygge ut nettet, men konsesjonen sier ikke noe om at nettet må åpnes for kommersiell trafikk. I et brev fra Post og Teletilsynet til Samferdselsdepartementet datert 26.05.04 sier Post og Teletilsynet at en må tolke konsesjonen slik at det er nødvendig å åpne nettene for kommersiell bruk (jfr. tidligere diskusjon om ufullstendige konsesjoner). Denne tolkningen er ikke behandlet enda. Dersom den blir tatt i bruk, kan dette føre til at begge netteierne må åpne sine nett for kommersiell trafikk, eller betale en tvangsmulkt.

Selv om det ikke skulle være lønnsomt å åpne UMTS-nettet for kommersiell trafikk i dag, kan det likevel være nødvendig å bygge det ut. Når den økonomiske situasjonen tilsier det, kan nettet derfor åpnes for bruk i løpet av kort tid. I praksis vil det ta tid fra en

begynner å bygge ut UMTS-nettet til det kan bli satt i drift. For eksempel må netteier inngå avtaler med grunneiere, strekke kabler og sette opp basestasjonen. Trusselen ovenfor nye konkurrenter er mer troverdig dersom en har et delvis utbygget nett, men har valgt å ikke åpne det for kommersiell bruk, i motsetning til dersom foretaket kun innehar konsesjon, jf. inngangsbarrierene vi har diskutert tidligere.

Vi har ikke tatt hensyn til at de faste kostnadene kan være ulike om man slår på nettet eller ikke, såfremt det er bygget. Endringene i faste kostnader er såpass ubetydelige at dette er en rimelig antakelse.

### **6.12.2 Opsjon på midlertidig å nedskalere aktivitet**

Det er knyttet variable kostnader til drift av et UMTS-nett. Verdien av prosjektet vil derfor avhenge av fremtidige priser på output og input, samt renter og en hel rekke andre faktorer som påvirker verdien. Utviklingen i disse faktorene kan forklares av den underliggende etterspørselen og teknologiutviklingen i markedet. Derfor kan fluktuasjoner i verdien av prosjektet forklares ved utviklingen i disse variablene.

Det er sannsynlig å anta at det er størst usikkerhet er knyttet til etterspørselen etter tjenester (output) i UMTS-markedet. Vi antar at markedet fungerer slik at det er umiddelbar korreksjon mellom tilbud og etterspørsel, og at output-pris er eksogent gitt av en eller annen stokastisk prosess. Output-pris kan derfor falle under et gitt nivå, slik at det oppstår negativ profitt. Vi antar nå at prosjektet midlertidig kan legges ned og startes opp igjen når prisen er slik at det oppstår positiv profitt. I så fall består prosjektet av en uendelig rekke med såkalte driftsopsjoner som utløses hvis prisen er slik at det oppstår negativ profitt. En slik situasjon er på mange måter analog til den situasjonen virtuelle operatører står ovenfor. Forskjellen er at virtuelle operatører slipper å betale kapital- og vedlikeholdskostnader på det fysiske nettet.

Virtuelle operatører står fritt til å nedskalere aktiviteten midlertidig. Hvis markedet går dårlig, kan virtuelle operatører velge å gå ut av UMTS-markedet uten store kostnader. Eventuelle kostnader vil være knyttet til brudd på leieavtalen med netteier hvis den virtuelle operatøren har en gjenværende kontraktstid. Leieavtalene mellom netteier og virtuell operatør går imidlertid over en kortere periode, slik at det ikke blir altfor galt å

forutsette at det er knyttet mindre kostnader ved å bryte en leieavtale. I tillegg vil en måtte flytte over den virtuelle operatørens eksisterende kunder til andre operatører. I et slikt tilfelle er det også rimelig å tenke seg en situasjon hvor den virtuelle operatøren kan selge kundebasen sin til andre operatører. Denne salgssummen kan vise seg å være ikke triviell og bør taes hensyn til ved beslutning vedrørende om det lønner seg å opprettholde aktiviteten eller gå ut av markedet. Det største problemet ved å modellere denne problemstillingen i et slikt realopsjonsrammeverk er imidlertid antakelsen om at det er kostnadsfritt å gå inn i markedet igjen så snart prisen er slik at det oppstår positiv profitt. Hvis vi antar at en virtuell operatør først har gått ut av markedet og solgt sin kundebase til andre operatører, er det ikke kostnadsfritt å bygge seg opp en ny kundebase. Dette er meget kapitalkrevende ettersom markedsføring og markedsinnsats for å kapre kunder er svært dyrt. Dessuten vil det at den virtuelle operatøren allerede en gang har gått ut av markedet ikke vitne om stabilitet og langsiktighet, noe som kan vanskeliggjøre det å tiltrekke seg kunder. I tillegg til at den virtuelle operatøren må legge betydelige kostnader ned i markedsinnsats for å kapre kunder vil operatøren også måtte inngå en ny leieavtale med netteier. Dette er heller ikke kostnadsfritt. En realopsjonstilnærming på denne problemstillingen må derfor ta hensyn til nevnte implikasjoner.

### **6.12.3 Opsjon til å avvikle aktivitet permanent**

Virtuelle operatører har muligheten til å gå ut av UMTS-markedet hvis markedet utvikler seg slik at det oppstår negativ profitt. Netteierne har ikke denne muligheten, eller fleksibiliteten, siden de har foretatt store irreversible investeringer i det fysiske UMTS-nettet. I teorien kan en netteier selge nettet, eventuelt fisjonere ut den forretningsenheten som eier og driver det fysiske nettet, men vi ser anser ikke denne muligheten som reell for de fleste netteiere.

### **6.12.4 Opsjon til å endre input i produksjonsprosessen**

Netteiere har mulighet til å ta i bruk ny teknologi. Ny teknologi muliggjør nå at en kan oppgradere GSM nettet med EDGE teknologi og få dette godkjent som en del av UMTS-utbyggingen. En slik oppgradering av GSM-nettet er vesentlig rimeligere enn å bygge ut et nytt UMTS-nett.

### **6.12.5 Opsjon til å velge leverandør**

Virtuelle operatører har muligheten til å kunne bytte leverandør, det vil si leie nett/kapasitet hos en annen netteier hvis de ønsker. Noen årsaker til at en ønsker å bytte leverandør er; kvalitet, dekningsgrad, tekniske muligheter og pris.

### **6.12.6 Opsjon på å utvide**

En opsjon til å utvide i denne sammenhengen betyr ikke å utvide eksisterende nett med kapasitet eller i geografisk omfang. Vi mener at opsjon til å utvide er muligheten til å bygge fjerdegenerasjons mobiltelefonnettverk (4G). Denne opsjonen kan sammenlignes med den fra GSM til UMTS som både NetCom og Telenor har. Mye av infrastrukturen som finnes i GSM-nettet kan brukes til UMTS. Antenner og basestasjoner må byttes ut, men en trenger ikke forhandle frem nye avtaler med grunneier og en trenger ikke nødvendigvis ny infrastruktur fra basestasjonene til kablet nettverk. De samme fordelene som NetCom og Telenor har i dag når de går fra GSM til UMTS vil de ha når de går fra UMTS og til fremtidens mobilnettverk.

Ettersom det per i dag ikke er foreslått noen ny standard, og vi ikke har sett noen indikasjoner på at det kommer noen ny, er det svært vanskelig å sette noen verdi på denne opsjonen. En kan få noen indikasjoner på verdien ved å se besparelsene de norske netteierne har gjort ved overgangen fra GSM til UMTS i forhold til de som ikke har gjort det. I følge Telenor selv er besparelsene marginale ([www.digi.no](http://www.digi.no)).

## **6.13 Fase 5: Avvikling**

Denne opsjonen er behandlet under fase 4 drift og gjelder kun for virtuelle operatører.

## **7 Irreversible realinvesteringer under asymmetrisk duopol**

I tradisjonell realopsjonsanalyse finnes optimalt utøvelsestidspunkt av opsjonen ofte ved å evaluere det optimale stoppe problemet isolert, uten å ta hensyn til de strategiske implikasjonene. For realinvesteringer vil en typisk måtte ta hensyn til strategiske implikasjoner ettersom:

- Foretak har normalt ikke monopolmakt i markedet, slik at flere foretak har tilgang til de samme investeringsalternativene.
- Fallende etterspørselskurve, slik at et foretaks beslutninger vil påvirke andre aktører.

Det er derfor hensiktsmessig å modellere problemstillingen i et rammeverk som tar hensyn til interaksjonen mellom foretakene. I litteraturen kalles dette ofte ”multi-player” rammeverk.

Et rammeverk som tar hensyn til interaksjonen mellom de ulike foretakene eller spillerne, kan modelleres på ulike måter. Hvis antall foretak er stort og produktene homogene kan en anta en frikonkurransesituasjon. For de fleste realinvesteringer er det mer realistisk å modellere investeringsproblemet i et oligopolmarked. De fleste markeder har ikke monopol fordi det eksisterer mer enn ett foretak som opptrer som tilbydere i markedet. Ofte har vi heller ikke frikonkurransemarked, ettersom de fleste realinvesteringer er ikke-homogene og store foretak kan påvirke markedsprisen. Problemene bør derfor modelleres i et oligopolrammeverk.

I modellen benytter vi oss av den enkleste formen for oligopol, nemlig duopol, når vi skal modellere vårt realinvesteringsproblem. Duopol er relativt enkelt å behandle, samtidig som det illustrerer de essensielle karakteristikkene ved de strategiske implikasjonene i et oligopolmarked. For vårt formål vil det også være mest realistisk å studere et duopolmarked ettersom det norske UMTS-markedet er dominert av to aktører.

Vi benytter en asymmetrisk duopolmodell ettersom det i den virkelige verden ikke eksisterer to foretak som er identiske. Med asymmetrisk menes det at foretakene er ulike.



Ulikhetene kan være i form av ulik kostnadsstruktur, ulik betalingsvillighet for foretakenes tjenester og produkter, ulik produktivitet og lønnsomhet, ulik markedsandel, heterogene produkter og tjenester og ulike forutsetninger.

Basert på praksis fra andre land og erfaringene fra Norge kan investeringene i UMTS-nettet karakteriseres ved et såkalt "leder-inntrenger" spill. Med dette mener vi at foretakene investerer sekvensielt, i en gitt rekkefølge. Det foretaket som investerer først vil opptre som leder, og det foretaket som investerer på et senere tidspunkt vil opptre som inntrenger. Asymmetrien i vår modell vil gi seg utslag i at det foretaket som opptrer som leder har muligheten til å opparbeide seg en kundebase og markedserfaring som gjør at foretaket vil ha en permanent markedsfordel over inntrengeren i påfølgende perioder.

Vi antar at det er to netteiere i markedet for UMTS tjenester. Dette er Telenor og NetCom. Ettersom Hi3G ikke har igangsatt bygging av nettet og kun vil konsentrere utbyggingen i enkelte tettbygde strøk, vil vi se bort fra Hi3G, selv om det i Norge p. t. er tildelt 3 konsesjoner til bygging av UMTS-nett.

Det forutsettes at Telenor opptrer som leder og NetCom som inntrenger, og at de foretar den irreversible investeringen i UMTS-nettet sekvensielt. Det å være leder innebærer en fordel med tanke på markedsandeler og erfaring i UMTS-markedet. Med erfaring mener vi at foretaket gjennom markedsbearbeidelse vil tilegne seg en kunnskap om hvilke produkter og tjenester kundene er villig til å betale for, og grad av betalingsvillighet. Erfaring er også knyttet til at foretaket vil ha en innkjøringsperiode. Innkjøringsperioden omfatter alt fra drifting og vedlikehold av det fysiske nettet, til organisasjonen som skal håndtere kunder og markeder. I denne innkjøringsperioden vil foretaket legge forholdene til rette og utarbeide rutiner, få på plass en velfungerende organisasjon og systemer som gjør at foretaket vil maksimere opptiden for nettverket og sørge for at det er i stand til å levere de tjenester og produkter markedet etterspør.

Selv om det er knyttet store fordeler til det å opptre som leder, vil det også være fordeler knyttet til det å opptre som inntrenger. UMTS-nettet er et helt nytt nett og det krever en betydelig markedsbearbeidelse og innsats for å selge inn produkter og tjenester i UMTS-nettet til kunder. Dette er svært kostbart. Som leder er det derfor rimelig å forutsette at Telenor har større kostnader knyttet til markedsbearbeidelse enn NetCom som vil etablere

seg i markedet på et senere tidspunkt. Som leder er Telenor nødt til å skape et nytt marked for tjenester og produkter i UMTS-nettet. Som inntrenger vil NetCom forholde seg til et marked som allerede er der, og må legge ned markedsinnsats for å skaffe nye kunder og kapre markedsandeler fra Telenor. Lederen vil også typisk innføre nye produkter, tjenester og pilotprosjekter som ofte ikke vil lykkes. Som inntrenger kan NetCom derfor indirekte dra nytte av erfaringen Telenor har gjort i sin innkjøringsperiode, slik at vi forutsetter at innkjøringsperioden til NetCom er kortere enn for Telenor. Vi forutsetter likevel at fordelene med å være først i markedet er større enn ulempene det medfører. Ettersom fordelene er større enn ulempene skulle en tro at NetCom og Telenor vil kjempe om å være først i markedet slik at det som i litteraturen kalles for en "pre-emption" effekt oppstår. I praksis har det imidlertid vist seg at Telenor og NetCom følger hverandre tett, men at Telenor opptre som leder og NetCom som inntrenger. Dette kan muligens forklares ved at Telenor har mer ressurser enn NetCom og har derfor større mulighet til å bære merkostnadene knyttet til markedsbearbeidelse det medfører å opptre som leder.

En annen fordel med å opptre som leder er at Telenor i så tilfelle har muligheten til å kapre verdifulle markedssegmenter. De første kundene som tar i bruk nye produkter og tjenester er ofte såkalte opinionsledere som er verdifulle for foretakene ettersom deres valg har stor påvirkningskraft blant andre forbrukere. Forbrukere som i en tidlig fase tar i bruk nye produkter og tjenester har ofte også en høy betalingsvillighet for produkter og tjenester som oppfattes som nye.

Den største usikkerheten er knyttet til utviklingen i markedet, som har stor betydning for kontantstrømmen til netteierne og de irreversible investeringskostnadene i det fysiske UMTS-nettet. Usikkerheten til kontantstrømmene er knyttet til både etterspørselssiden og tilbudssiden. Mer konkret kan usikkerheten bestå i prisusikkerhet, volumusikkerhet og usikkerhet knyttet til de operasjonelle kostnadene. Usikkerhet knyttet til den irreversible investeringen i det fysiske UMTS-nettet og tilhørende infrastruktur er resultat av den teknologiske utviklingen samt usikkerhet knyttet til kostnaden til de ulike komponentene som utgjør det fysiske UMTS-nettet. Usikkerhet knyttet til den teknologiske utviklingen har gjort at det for eksempel i dag er billigere å bygge ut et UMTS-nett som tilfredsstiller konsesjonskravene enn det var for mindre enn 2 år siden.

## **7.1 Litteraturoversikt**

McDonald & Siegel (1986) var blant de første som studerte hvilke implikasjoner irreversible investeringer under usikkerhet hadde for optimalt investeringstidspunkt. Både kostnad og prosjektverdi var antatt til å være eksogent gitt og stokastisk. McDonald & Siegel (1986) viste at en opsjon på et investeringsprosjekt har verdi under usikkerhet, at investeringsregelen er forskjellig fra tradisjonell nåverdi analyse, og at et foretak kun vil investere gitt at fordelene overstiger kostnadene med en gitt positiv sum. Sett bort fra usikkerhet knyttet til prosjektverdi og kostnad, viser Ingersoll & Ross (1992) at en ”timing opsjon” på å investere også har verdi når renten er stokastisk. Med ”timing opsjon” menes en rett, men ingen plikt til å foreta en investering, og at problemet er å finne optimalt investeringstidspunkt.

Dixit (1989) benytter mye av den samme fremgangsmåten som McDonald & Siegel (1986) for å studere beslutninger knyttet til når en skal gå inn (entry) og ut (exit) av markedet. Når det gjelder eiendomsmarkedet benytter Titman (1985) et enkelt binomisk tre for å studere tomtepriser og investeringsbeslutninger under usikkerhet. Sing (2000a) og Sing (2000b) analyserer optimalt investeringstidspunkt på eiendomsinvesteringer ved hjelp av rammeverket til McDonald & Siegel (1986) når leieraten er antatt å være eksogent stokastisk. Optimalt investeringstidspunkt i en realopsjonskontekst er også grundig behandlet av Dixit & Pindyck (1994) og Trigeorgis (1996).

Når det gjelder realopsjonslitteratur som tar hensyn til de strategiske implikasjonene kan en nevne Smit & Ankum (1993) som benytter binomiske trær for å analysere likevektsstrategier til foretak i diskret tid. Deres resultater viser at konkurranse påvirker opsjonsverdier negativt. Sammenliknet med monopol og frikonkurranse eksisterer det mindre litteratur som analyserer oligopolmarkeder. Smit & Ankum (1993) analyserer både frikonkurransemarked og oligopol. Huisman & Kort (1999) benytter en symmetrisk duopol situasjon for å forklare effektene av de strategiske implikasjonene på opsjonsverdien av å utsette investeringen. Med symmetrisk duopol menes at foretakene i modellen er identiske og deler markedet likt mellom seg. Grenadier (1996) modellerer også eiendomsinvesteringer i et symmetrisk duopol marked for å forklare svingningene i eiendomsinvesteringer. Det meste av realopsjonslitteraturen som behandler oligopol er konsentrert rundt symmetrisk oligopol. En artikkel av Pawlina & Kort (2002) prøver

imidlertid å forklare kostnadsasymmetri. Chu & Sing (2004) fokuserer på etterspørselsasymmetri og likevektsstrategien av ulike strategier for forskjellige nivåer av permanente konkurransefordeler og initialt økonomisk sjokk.

Av modeller hvor både investeringer og kontantstrømmer følger stokastiske prosesser kan en nevne Quigg (1993). Quigg (1993) utleder en modell for å verdsette tomter ved å inkludere en opsjon som gjør det mulig å utsette utviklingen av tomten. Opsjonsverdien er en funksjon av både den oppførte bygningen og byggekostnadene.

Paxson & Pinto (2003) presenterer to ulike realopsjonsmodeller, med to separate stokastiske faktorer, og tar hensyn til strategiske implikasjoner ved at de utleder beslutningsregler for optimal handling i en leder-inntrenger setting. I den ene modellen er avkastning og investeringskostnad stokastisk og begge utvikler seg etter separate geometriske Brownske bevegelser. Rollene til aktørene er enten eksogent gitt på forhånd eller defineres endogent og følger praksis til Fudenberg & Tirole (1985). Modellen til Paxson & Pinto (2003) tar utgangspunkt i Quigg (1993). I Paxson & Pinto (2004) utvides modellen til å inkludere muligheten for at markedsandelen til inntrengereren følger en Poisson prosess.

Pindyck (1993) utviklet en modell for irreversible investeringsbeslutninger for prosjekter som er utsatt for to typer kostnadsusikkerhet. En teknisk usikkerhet som er relatert til selve gjennomføringen av å ferdigstille prosjektet og en usikkerhet knyttet til input kostnadene, som kan være pris på utstyr og materialer etc. Basert på Pindyck (1993) utleder Schwartz & Moon (2000) en modell for å evaluere FOU (forskning og utviklings) investeringer hvor de karakteriserer usikkerhetsmomentene til et FOU-prosjekt ved tre stokastiske prosesser. De stokastiske prosessene er relatert til investeringskostnad, fremtidige kontantstrømmer og muligheten for at en katastrofe vil inntreffe før prosjektet er fullført. I en artikkel av Schwartz & Zozaya (2000) tar de hensyn til usikkerhet i prosjektkostnader, usikkerhet i prosjektets kontantstrømmer og det faktum at kostnadene knyttet til IT-investeringer reduseres ettersom tiden går.

I denne utredningen vil vi benytte en realopsjonsmodell som tar hensyn til de strategiske implikasjonene for å analysere UMTS-markedet i Norge. I likhet med blant andre Schwartz & Zozaya (2000) vil vi også modellere usikkerhet i både prosjektets

investeringskostnad og prosjektets fremtidige kontantstrømmer. Mens Schwartz & Zozaya (2000) benytter modellen for å evaluere IT-investeringer vil vi benytte vår modell for å analysere UMTS markedet. Både IT-investeringer og investeringer i UMTS-markedet har det fellestrekk at investeringskostnadene er fallende ettersom tiden går på grunn av den teknologiske utviklingen. I likhet med Schwartz & Zozaya (2000) vil vi derfor også ta hensyn til dette aspektet.

I modellen vi benytter legges det vekt på følgende faktorer:

- Vi modellerer asymmetrisk duopol istedenfor symmetrisk duopol, slik som i for eksempel Huisman & Kort (1999).
- Vi utleder triggerverdier for leder og inntrenger ved hjelp av forutsetningen om tilstrekkelig komplette markeder slik at vi kan risikojustere og benytte sannsynlighetsmålet  $Q$ .
- Vi gir alle parametrene økonomiske fortolkninger.
- Vi benytter to stokastiske prosesser for å modellere usikkerhet i fremtidig etterspørsel og usikkerhet i fremtidige investeringskostnader.
- Vi prøver å forklare det norske UMTS-markedet og aktørenes observerte strategiske disposisjoner ved hjelp av modellen. En slik analyse er ikke gjort tidligere.
- Forutsetter ikke risikonøytralitet blant investorer slik som i for eksempel Paxson & Pinto (2003, 2004).

## 7.2 Notasjon

### 7.2.1 Sannsynlighetsbegreper

$P$	sannsynlighetsmål på $\Omega$ . Subjektivt sannsynlighetsmål
$Q$	risikonøytrale sannsynlighetsmålet, objektivt sannsynlighetsmål

### 7.2.2 UMTS begreper

$R_t$	netto kontantstrømmer fra UMTS-prosjektet på tidspunkt $t$ , stokastisk
$K_t$	irreversibel investeringskostnad knyttet til telenettet på tidspunkt $t$ , stokastisk
$\delta_R$	alternativkostnad ved å la være å innløse opsjonen
$\delta_K$	reflekterer at det kan lønne seg å utsette investeringen, $\delta_K > r$ , impliserer redusert forventet kostnad over tid
$m$	parameter som multipliseres med $R$ når begge foretakene er i markedet, fortolkes som markedsfordel for leder
$\bar{m}$	multiplikator som multipliseres med $R$ når leder er alene i markedet, fortolkes som markedsfordel for leder

### 7.2.3 Andre begreper

$r$	rente i prosent, årlig kontinuerlig forventet, risikofri
-----	--

### 7.3 Modellen og dens antakelser

Vi lar  $R_t$  stå for årlig kontantstrøm på tidspunkt  $t$  av å operere i UMTS-markedet og  $K_t$  som investeringskostnaden i den fysiske infrastrukturen (telenettet) på tidspunkt  $t$ . Vi kan se på  $K_t$  som capital expenditure, eller *CapEx*, som er en vanlig betegnelse for investeringskostnader i telekombransjen.

Enhver variabel hvis fremtidige verdi, eller fremtidige endringer er usikker følger en stokastisk prosess. Stokastiske prosesser kan klassifiseres som diskret tid eller kontinuerlig tid prosesser.

En diskret tid stokastisk prosess er en prosess hvor endringer kun kan finne sted på faste tidspunkter, mens en kontinuerlig tid prosess er en prosess hvor endringer kan finne sted på et hvilket som helst tidspunkt (Hull, 1993).

I utredningen benytter vi kontinuerlig tid prosesser. Vi har ikke fokusert i betydelig grad på å finne riktig prosess på underliggende aktiva, men forutsatt at underliggende aktiva følger en gitt prosess.

En geometrisk Brownsk bevegelse blir ofte brukt for å modellere endringer i varepriser, aksjer, renter, kostnader, derivater samt andre finansielle og økonomiske variabler. Vi antar i vår modell at både  $K_t$  og  $R_t$  følger separate geometriske Brownske bevegelser.

I modellen antas det at kontantstrømmen til netteierne følger en geometrisk Brownsk bevegelse. Usikkerhet i investeringskostnad er knyttet til kostnadene pr. basestasjon og følger en geometrisk Brownsk bevegelse.

Vi har to geometriske Brownske bevegelser:

$$dR_t = (\mu - \delta_R)R_t dt + \sigma R_t dZ_t^R \quad (1.1)$$

$$dK_t = (\omega - \delta_K)K_t dt + \alpha K_t dZ_t^K \quad (1.2)$$

Her er  $\mu$  og  $\omega$  i likning (1.1) og (1.2) konstanter og driftsledd til de geometriske Brownske bevegelsene. Den økonomiske fortolkningen er at  $R_t$  er årlig kontantstrøm fra UMTS-investeringen på tidspunkt  $t$ . Den forventede driften i  $R$  vil være  $(\mu - \delta_R)$ . For et kort tidsintervall,  $\Delta t$ , vil en forventet økning i verdien være  $(\mu - \delta_R)\Delta t$ . Den forventede driften  $(\mu - \delta_R)$  er uttrykt på desimalform. Når  $\Delta t \rightarrow 0$  og volatiliteten er null ( $\sigma = 0$ ) får vi  $dR_t = (\mu - \delta_R)R_t dt$  eller  $\frac{dR_t}{R_t} = (\mu - \delta_R) dt$ . Tilsvarende gjelder for likning (1.2).

Usikkerheten (volatiliteten) knyttet til utviklingen i kontantstrøm og investeringskostnad er representert ved parametrene  $\sigma$  og  $\alpha$ . Korrelasjonen mellom utviklingen i kontantstrøm og investeringskostnad er representert ved korrelasjonskoeffisienten  $\rho$ . I likning (1.1) er  $(\mu - \delta_R)$  og  $\sigma$  deterministiske funksjoner av tiden og den stokastiske verdien på  $R_t$  på akkurat det tidspunkt. Prosessen er derfor en Markovprosess. Tilsvarende gjelder for likning (1.2).

Kontantstrøm og investeringskostnad har kontinuerlig forventet relativ økning på henholdsvis  $\mu$  og  $\omega$ , per tidsenhet. Parametrene  $\mu$  og  $\omega$  trenger ikke være like, og utvikling i kontantstrøm og investeringskostnad er lognormalfordelt. Investorene er rasjonelle og har konsistente oppfatninger.

Parametrene  $\delta_R$  og  $\delta_K$  tolkes i vår modell som en alternativkostnad. For  $R_t$ , likning (1.1), tolkes alternativkostnaden,  $\delta_R$ , i form av muligheten til å bygge opp merkevare og opparbeide seg en lojal kundebase hvis en innløser opsjonen og går inn i markedet. Alternativ-kostnaden vil være at en går glipp av denne muligheten som har en opplagt ikke-triviell verdi så lenge en holder opsjonen på å investere i live. Dette reflekteres ved  $\delta_R$ .

Parameteren  $\delta_K$ , reflekterer reduksjon i forventede kostnader over tid, for eksempel på grunn av teknologisk innovasjon. Pindyck (1993) benytter en modell for investering under usikkerhet, hvor kostnaden ved å ferdigstille prosjektet faller med økt investeringsrate i tillegg til at den endrer seg stokastisk. Driftsleddet i modellen til Pindyck (1993) er derfor negativt. Schwartz & Zozaya (2000) bruker en tilsvarende



modell for å modellere kostnadsusikkerhet innenfor IT-investeringer. Tilsvarende vil driftsleddet i vår modell i likning (1.2) bli negativt hvis  $\delta_K > \omega$ . Istedenfor at den endelige investeringskostnaden faller med økt investeringsrate som i Pindyck (1993) og Schwartz & Zozaya (2000), faller forventet investeringskostnad med tiden i vår modell. Den økonomiske intuisjonen bak dette er at ettersom tiden går vil ny teknologi innføres, noe som medfører at det blir billigere å bygge ut UMTS-nettet i henhold til de opprinnelige konsesjonskravene.

På den ene siden vil derfor  $\delta_R$  tale for å innløse opsjonen på å investere. Det er derfor rimelig å anta at  $\delta_R > 0$ . Dersom,  $\delta_K$  fortolkes som redusert kostnad over tid, må  $\delta_K > 0$  og  $\delta_K > r$ .

Et annet moment som også kan spille inn her, men som ikke blir tatt hensyn til i modellen er at idet foretakene åpner UMTS-nettene for kommersiell trafikk vil en måtte regne med at de vil miste inntekter i sine eksisterende GSM-nett som per i dag fungerer som melkekuer for begge foretakene. I markedsføringslitteraturen karakteriseres dette som en slags produktkannibalisme. Dette momentet vil tale for at foretakene ønsker å utsette den irreversible investeringen. En analogi til bredbånds- og ISDN-markedet kan trekkes. Til tross for at ADSL-teknologien var tilgjengelig og overlegen ISDN-teknologien lot Telenor være å aktivt markedsføre ADSL-teknologien i lengre tid. Istedenfor markedsførte selskapet ISDN-teknologien til tross for at den var underlegen ADSL. Grunnen var at Telenor hadde investert betydelige summer i ISDN-teknologien og ikke ville oppgi denne "melkekuen" til fordel for ADSL hvor marginene ikke var like store og konkurransen hardere. Konkurrenter som kapret betydelige deler av ADSL-markedet gjorde likevel at Telenor ble "tvunget" til å lansere ADSL i frykt for at konkurrenter ville ende opp med å dominere dette markedet i fremtiden. Dette momentet kan også bidra til å forklare hvorfor foretakene i praksis ikke har ønsket å åpne UMTS-nettene for kommersiell trafikk til tross for at de allerede i stor grad er ferdig utbygd.

Et alternativ i forhold til vår modell er derfor å tolke  $R$ , som differansen mellom estimerte inntekter foretakene oppnår i UMTS-markedet og deres nåværende inntekter i GSM-markedet, slik at vi får:  $R_t = \text{InntekterUMTS}_t - \text{InntekterGSM}_t$ . I dette tilfellet blir  $R_t$  fortolket som netto inntektsstrøm, der inntektstap fra GSM-nettet er inkludert som

(alternativ) kostnad. Her kunne dagens inntekter i GSM-markedet og estimerte inntekter i UMTS-markedet følge to separate stokastiske prosesser, eventuelt kunne en anta at differansen fulgte for eksempel en geometrisk Brownsk bevegelse.

Det er også mulig å fortolke  $K_t$  som kostnaden ved å åpne nettet for kommersiell bruk, ettersom mesteparten av investeringskostnadene i det fysiske nettet allerede er betalt.

Hvis en ønsker å operere med en gitt tidshorisont i for eksempel en binomisk modell, altså en fastsatt løpetid på opsjonen på å investere i et UMTS-nett, må dette vurderes opp mot hver enkelt situasjon. Vanlig praksis er allikevel å operere med en løpetid rundt fem år ( $T = 5$ ). Bakgrunn for dette er at fem år er en rimelig tidshorisont å anta som frist fra foretakene mottar konsesjon til de må ha bygget det fysiske nettet. Dette er basert på amerikansk praksis jf. [www.fcc.gov](http://www.fcc.gov).

I modellen vil vi prøve å illustrere de avveiningene netteierne må gjøre. I forrige avsnitt innførte vi antakelsen om at rollene i modellen er eksogent gitt og at Telenor opptrer som leder i markedet og NetCom som inntrenger.

### 7.3.1 Monopol og førstetrekksfordel

Før inntrengeren (NetCom) går inn i markedet vil lederen motta kontantstrømmen  $R_t \bar{m}$ , hvor  $\bar{m}$  er en faktor som multiplisert med  $R_t$  gir kontantstrøm på tid  $t$  til lederen (Telenor) når foretaket har monopol i UMTS-markedet. Her er  $\bar{m}$  en faktor som illustrerer den ekstraordinære kontantstrømmen lederen (Telenor) mottar så lenge foretaket har monopol i UMTS markedet på tid  $t$ . Med ekstraordinær mener vi kontantstrømmen utover det som foretaket normalt ville ha mottatt hvis det ikke hadde hatt monopol i markedet på tid  $t$ . Vi forutsetter derfor at  $\bar{m}$  er større enn én. Telenor Mobil lanserte sitt UMTS-nett den 1. desember 2004. I forbindelse med lanseringen presenterte Telenor også sin prismodell for bruk av UMTS-tjenester. Telenor Mobil har høye marginer i GSM-markedet og de fleste forventet at en ny prismodell ville bli benyttet ved introduksjonen av UMTS-tjenestene. Telenor på sin side har argumentert for at det ikke er noe poeng i å prisdifferensiere mellom ulike teknologier som GPRS (GSM teknologi) og UMTS. Fra den tidligere markedsdiskusjonen og tekniske gjennomgangen i kapittel tre og fire avdekket vi at nettopp teknologien (jfr. diskusjon om linje og pakkesvitsjing) åpner for at det er mulig å prise tjenestene på en mer differensiert måte. De fleste aktørene innen bransjen mente derfor at Telenor priste UMTS-tjenestene sine for høyt og håper at prisene ville falle når konkurransen øker. At Telenor har ekstraordinære inntekter generert gjennom en høy pris den tid de har monopol i markedet har derfor i ettertid vist seg å være en realistisk antakelse.

En annen forklaring på hvorfor Telenor har lansert en prismodell som priser tjenestene i UMTS-nettet relativt høyt kan muligens forklares ut fra et konkurransemessig strategisk perspektiv. Istedenfor at Telenor som leder i UMTS-markedet introduserer en ny prismodell som kan føre til priskrig med NetCom (inntrenger), viderefører Telenor i stor grad den samme prismodellen som foretaket allerede har i GSM-markedet. På den måten signaliserer foretaket gjennom å sette en relativt høy pris at de ikke ønsker en priskrig i UMTS-markedet. Etersom NetCom opptrer som inntrenger er det lite sannsynlig at NetCom setter prisene lavere enn Telenor siden ingen av foretakene er tjent med en priskrig. Dette er også i overensstemmelse med observasjoner i GSM-markedet, hvor de to dominerende aktørene, Telenor og NetCom i liten grad har lagt opp til en priskrig seg imellom, men derimot følger hverandre svært tett. De synkende prisene i GSM-markedet

de senere årene har først og fremst vært et resultat av de mindre aktørene sin inntreden, som ønsker å kapre markedsandeler fra de store aktørene gjennom å sette ned prisene.

I løpet av den tiden lederen er alene i markedet vil den opparbeide seg en kundebase. Det er også rimelig å anta at lederen får en strategisk fordel med tanke på merkevare, erfaring, nettverkseksternaliteter, rutiner og kundelojalitet (se Lierberman & Montgomery, 1988).

Det er også realistisk å anta at det eksisterer en ikke triviell skiftekostnad for abonnenter ved overgang fra en teleoperatør til en annen. I praksis har det også vist seg at enkelte teleoperatører som har store markedsandeler påfører kunden en direkte eller indirekte kostnad ved bytte av operatør. Dette er å betrakte som en markedsimperfeksjon som bidrar til å låse kunden til sin eksisterende teleoperatør. Det er derfor rimelig å anta at lederen vil ha en permanent fordel i forhold til inntrengeren også etter at inntrengeren har gått inn i markedet. Vi kaller denne fordel en markedsfordel som vi benevner  $m$  i modellen. Markedsfordelen er en multiplikativ faktor som er større enn 1 og er deterministisk og konstant, slik at den konkurransemessige fordel til lederen (Telenor) er fast over tid og kjent av begge foretak i markedet. Hvorvidt markedsfordelen kan opprettholdes over tid avhenger av ulike industrielle faktorer. Eksistens av skiftekostnader og nettverkseksternaliteter er industrielle faktorer som kan bidra til å dempe konkurransen og opprettholde markedsfordelen i markedet på et senere tidspunkt (Klemperer, 1997). Vi anser antakelsen om en kontant markedsfordel som realistisk ettersom det eksisterer skiftekostnader og nettverkseksternaliteter i det norske telemarkedet.

I vårt tilfelle kan markedsfordelen representere høyere markedsandel eller muligheten til å kunne ta høyere priser i markedet. Dette er for øvrig konsistent med observasjoner som er gjort med tanke på GSM-markedet hvor Telenor har holdt høyere priser og hatt en dominerende markedsandel også etter at telemarkedet ble åpnet for fri konkurranse.

Vi antar foretakene står ovenfor en fallende etterspørselskurve for UMTS-tjenester.

## 7.4 *Utvikling i kontantstrøm og investeringskostnad*

Det finnes to fremgangsmåter å utlede triggerverdiene til foretakene på i vår modell. Den tradisjonelle metoden hviler på antakelsen om komplett marked og muligheten for å konstruere en dynamisk portefølje slik at en kan finne opsjonsverdien ved hjelp av duplisering. Den alternative moderne fremgangsmåten bygger på de samme argumentene som den tradisjonelle metoden. Forskjellen er at metoden i større grad er basert på formell sannsynlighetsteori. I vår utledning vil vi benytte den moderne fremgangsmåten for å finne triggerverdiene til leder og inntrenger.

Vi har foreløpig ikke definert noe sannsynlighetsrom. Vi definerer nå  $(\Omega, F, P)$  som vårt fullstendige sannsynlighetsrom. Sannsynlighetsmålet  $P$  er det originale, eller subjektive, sannsynlighetsmålet. Dette sannsynlighetsmålet er det målet som investorene i økonomien har. Dette sannsynlighetsmålet gjenspeiler investorenes syn på fremtiden, og det er på bakgrunn av dette sannsynlighetsmålet investorene kalkulerer forventninger, varianser, kovarianser etc. på fremtidige aktivapriser og avkastninger.

Under forutsetning av komplette markeder kan vi sette sammen en portefølje av investeringsprosjektet vårt og posisjoner i underliggende aktiva, på en slik måte at profitt er risikofri. Ekvivalent med å risikojustere kontantstrømmene i  $R_t$  og  $K_t$  på en slik måte at forventet drift er lik risikofri avkastning. Vi benytter da det ekvivalente Martingale-målet. Det ekvivalente Martingale-målet gjør alle diskonterte prisprosesser om til Martingaler under sannsynlighetsmålet  $Q$ , hvor diskonteringen skjer til risikofri rente,  $r$ .

Sannsynlighetsmålet  $Q$  kalles også det risiko-nøytrale målet. Hvis investoren hadde hatt sannsynlighetsmålet  $Q$  som sitt subjektive sannsynlighetsmål ville investoren vært risikonøytral. Men det er viktig å presisere at vi ikke forutsetter at noen investorer har sannsynlighetsmålet  $Q$  som sitt subjektive sannsynlighetsmål. Generelt sett vil ingen investorer ha  $Q$  som sitt subjektive sannsynlighetsmål. Man forutsetter vanligvis at investorer er risikoaverse, og at de for prisingsformål risikojusterer for sin risikoaversjon ved hjelp av sannsynlighetsmålet  $Q$ . Sannsynlighetsmålet  $Q$  kalles av denne grunn også for et risikojustert sannsynlighetsmål. Sannsynlighetsmålet  $Q$  er fiktivt i betydningen at det ikke har noen relasjon til investorenes syn på fremtiden. Det er kun et verktøy som

kan benyttes for å prise aktiva. Fordelen med et slikt mål er at en kan diskontere alle prisprosesser med risikofri rente  $r$ .

En forutsetning for å benytte sannsynlighetsmålet  $Q$ , er at markedet er tilstrekkelig komplett slik at vi kan benytte en dupliserende strategi og argumentet om fravær av arbitrasje holder ettersom det er denne betingelsen som er det økonomiske argumentet bak metoden. Det er svært viktig at denne forutsetningen holder siden den moderne fremgangsmåten ikke gir noen mening hvis forutsetningen er brutt. Forutsetningen holder for de fleste råvarer, som typisk er handlet på både *spot* og *futures* markeder, og for tilvirkede varer hvor priser er perfekt korrelert med verdien på markedsomsatte aksjer eller porteføljer.

Fordelen ved den moderne metoden er at vi ikke trenger å ta noen forutsetninger angående risikopreferanser til investorene eller diskonteringsrater ettersom vi kan diskontere alle prisprosesser med risikofri rente  $r$ . Dette er forskjellig fra Paxson & Pinto (2003, 2004) som forutsetter risikonøytralitet for å finne triggerverdiene til foretakene. Hvorvidt dette er en strengere forutsetning enn forutsetningen om et tilstrekkelig komplett marked vil vi ikke diskutere nærmere i denne utredningen. Derimot vil vi forutsette at kapitalmarkedene er tilstrekkelig komplette slik at vi kan replikere UMTS-prosjektet, enten ved å kjøpe markedsomsatte andeler i prosjektet eller ved en dynamisk portefølje av andre aktiva.

Vi kan komme frem til en risikojustert (nøytral) versjon av bevegelsene (1.1) og (1.2) ved å trekke fra risikopremien  $(\mu - r)$  og  $(\omega - r)$  fra driftsleddene  $(\mu - \delta_R)$  og  $(\omega - \delta_K)$ . Vi får da risikojusterte prosesser lik:

$$dR_t = (r - \delta_R)R_t dt + \sigma R_t dZ_t^{*R} \quad (1.3)$$

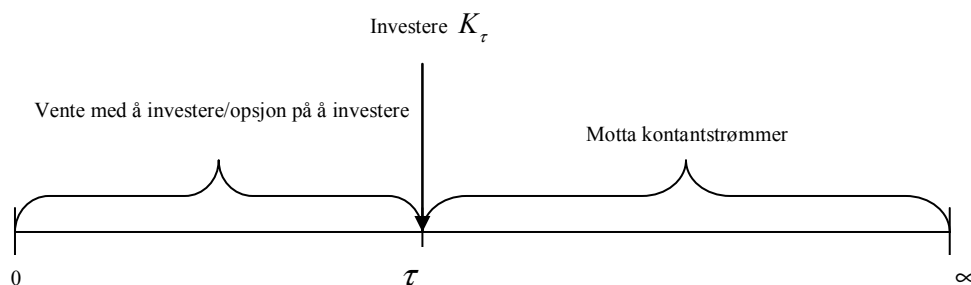
$$dK_t = (r - \delta_K)K_t dt + \alpha K_t dZ_t^{*K} \quad (1.4)$$

Merk her at  $dZ_t^R$  og  $dZ_t^K$  er byttet ut med  $dZ_t^{*R}$  og  $dZ_t^{*K}$ . Grunnen er at vi må benytte en fordeling med et gjennomsnitt som varierer avhengig av om vi er under det sanne sannsynlighetsmålet  $P$  eller det risikojusterte sannsynlighetsmålet  $Q$ .

Wienerprosessen under sannsynlighetsmålet  $P$  er ikke den samme når vi skifter til sannsynlighetsmålet  $Q$ . Sannsynlighetsfordelingen assosiert med de risikojusterte (nøytrale) prosessene kalles et risikojustert (nøytralt) mål. Skifte mellom sannsynlighetsmål endrer derimot ikke den stokastiske prosessen. En stokastisk prosess er en samling av stier, og disse stiene endrer seg ikke når vi skifter sannsynlighetsmål til  $Q$ . Når vi går over i en risikojustert verden  $Q$ , er derfor volatiliteten uforandret. Resultatet som ligger til grunn for dette kalles Girsanovs teorem. Baxter & Rennie (1996) og Neftci (2000) er to referanser for mer om Girsanovs teorem.

## 7.5 Partene sitt optimeringsproblem

Anta at begge foretakene står ovenfor en investeringsmulighet på tidspunkt 0. Begge foretakene har derfor en opsjon på å investere. Investeringen vil gi foretakene tilgang til en årlig kontantstrøm  $R_t$  på tidspunkt  $t$ .



Figur 4

Kilde: Egen illustrasjon

Figuren over illustrerer hvordan foretakene først må investere  $K_\tau$  på investeringstidspunkt  $\tau$ , for senere å motta kontantstrømmene investeringen gir tilgang til. Investeringene skjer sekvensielt, slik at lederen først må foreta investeringen før inntrengeren har mulighet til å investere. For det norske UMTS-markedet er dette en realistisk antakelse og i overensstemmelse med de observasjoner som er gjort i GSM-markedet hvor Telenor tradisjonelt har opptrådt som leder. Det er også forbundet store markedsføringskostnader og markedsbearbeidelse med å opptre som leder i et nytt marked. Det er derfor rimelig å anta at NetCom, som har mindre ressurser å benytte på markedsaktiviteter, vil vente med å investere til etter at Telenor har foretatt investeringen og kjørt kampanjer for å rekruttere UMTS-kunder.

I vår modell forutsetter vi ingen tidsforsinkelse med tanke på kontantstrømmene den irreversible investeringen gir tilgang til. Vi forutsetter at foretaket vil få tilgang til kontantstrømmen idet investeringen i UMTS-nettet blir foretatt. I praksis vil det ta tid å bygge opp et telenett, slik at det oppstår en periode (forsinkelse) hvor foretaket ikke vil motta kontantstrømmer. Dette er ikke tatt hensyn til i modellen, hvor vi forutsetter at kontantstrømmene kommer i det investeringsbeslutningen blir tatt. Det er imidlertid lett å korrigere for dette ved å neddiskontere kontantstrømmene fra et gitt tidspunkt etter at investeringene er foretatt.



Som vi ser av likning (1.5) og (1.6) har vi forutsatt en uendelig tidshorisonnt på opsjonen på å investere i UMTS-prosjektet. I Norge ble det som tidligere diskutert avholdt en skjønnhetskonkurranse ved konsesjonstildelingen. I utgangspunktet forpliktet konsesjonssøkerne seg til å foreta den irreversible investeringen i nettet innen et gitt tidspunkt. Opsjonen på å foreta den irreversible investeringen i nettet har derfor et teoretisk forfallstidspunkt. I praksis har det imidlertid vist seg at søkerne som fikk tildelt konsesjon ikke har overholdt denne tidsfristen, og at foretakene har en opsjon uten endelig forfallsdato. Hvorvidt foretakene som fikk tildelt konsesjon bevisst har valgt å ikke overholde denne fristen er vanskelig å få bekreftet ettersom foretakene som fikk tildelt konsesjon av naturlige årsaker ikke ønsker å bekrefte dette i ettertid. Sett i lys av de enorme investeringene foretakene står ovenfor, begrenset antall aktører som er finansielt i stand til å foreta en slik investering, og det faktum at to av de fire søkerne som fikk tildelt konsesjon har levert denne, er det ikke urimelig å anta at Samferdselsdepartementet med svært liten sannsynlighet vil gå til det skritt å inndra konsesjonene selv om kravet om utbygging ikke ble oppfylt innen tidsfristen. Det er også rimelig å anta at foretakene som fikk tildelt konsesjon er klar over dette. En indikasjon på dette er at både Telenor og NetCom ble svært overrasket da Samferdselsdepartementet gikk til det skritt og påla NetCom dagbøter for ikke å overholde tidsfristen. Selv om dagbøtene er av triviell karakter for NetCom, indikerer reaksjonen fra NetCom, at foretakene ikke regnet med noen form for sanksjoner i det hele tatt. I media har dagbøtene på 500 000 NOK i uken blitt slått stort opp, men sett i lys av de enorme investeringene og hvilke verdier det omsettes for i telemarkedet må bøtene allikevel karakteriseres som trivielle for foretakene. Selv om Samferdselsdepartementet påla NetCom sanksjoner i form av dagbøter er det likevel ikke særlig realistisk å anta at konsesjonene vil bli inndratt eller at dagbøtene vil økes ytterligere. Grunnen er at myndighetene ønsker en UMTS-utbygging og det faktum at foretakene selv i stor grad setter premissene for utbyggingen grunnet mangel på andre aktører som er i stand til å bære en slik investering.

I praksis har derfor skjønnhetskonkurransen gitt seg andre utslag enn det Samferdselsdepartementet og Post og Teletilsynet i utgangspunktet ønsket. Både Telenor og NetCom har brutt konsesjonsvilkårene. Telenor har i stor grad bygget ut telenettet, men valgt å vente med å slå på nettet og åpne det for kommersiell trafikk. NetCom har ikke oppfylt konsesjonsvilkårene med tanke på dekningsgrad og ligger per tiden i en tvist med Samferdselsdepartementet om hvorvidt bruk av såkalt EDGE-teknologi som i praksis

er en oppgradering av det eksisterende GSM-nettet skal kunne godkjennes som UMTS-utbygging slik som tidligere antydde. Uansett er det lite sannsynlig at Samferdselsdepartementet trekker tilbake konsesjonene selv om foretakene har brutt konsesjonsvilkårene.

I praksis har Telenor og NetCom gjennom sine konsesjoner derfor tilegnet seg en opsjon på å investere i UMTS-nettet. Selv om foretakene forpliktet seg til å overholde konsesjonsvilkårene med tanke på utbyggingshastighet og investeringstidspunkt i telenettet er det lite som tyder på at verken Telenor eller NetCom i utgangspunktet hadde som intensjon å overholde disse forpliktelsene. Siden en tidlig investeringsforpliktelse utraderer opsjonsverdien på å kunne vente med investeringen, er denne tapte opsjonsverdien en ytterligere kostnad som må legges til investeringskostnaden. Den irreversible investeringen kan derfor kun rettferdiggjøres hvis verdien av kontantstrømmene overstiger det nødvendige utlegget med en betydelig positiv sum (Smit & Trigeorgis (2004)). Med tanke på hvordan telemarkedet utviklet seg i årene etter år 2000 var det derfor lite som tydet på at foretakene ville overholde konsesjonsvilkårene.

Vi definerer  $R_t$  som årlig kontantstrøm til inntrengeren (NetCom), slik at markedsverdien av denne er:

$$E \left[ \int_0^{\infty} e^{-rt} R_t dt \right]$$

Dynamiske spill er som oftest løst baklengs (baklengs induksjon). Vi starter med å anta at et av foretakene allerede har investert, og finner den optimale beslutningen til det andre foretaket, som er inntrengeren (NetCom).

Inntrengeren (NetCom) ønsker å maksimere sin kontantstrøm ved å velge optimalt investeringstidspunkt, gitt at lederen (Telenor) allerede har etablert seg i markedet:

$$F(R_0, K_0) = E \left[ e^{-r\tau} \left( \int_{\tau}^{\infty} e^{-r\tau} R_t dt - K_{\tau} \right) \right] \quad (1.5)$$

For inntrenger (Netcom) må vi utlede triggerverdien for kontantstrøm,  $R_F^*$ , hvor inntrenger velger å foreta den irreversible investeringen gitt at lederen har etablert seg i markedet.

Lederen (Telenor) ønsker å maksimere sin kontantstrøm og maksimerer sin verdifunksjon ved å gå inn i markedet på optimalt tidspunkt. Lederen (Telenor) trenger ikke bekymre seg for at inntrenger (NetCom) skal kunne etablere seg før lederen ettersom dette ikke er mulig i vår modell. Investeringene skjer sekvensielt og rollene er eksogent gitt.

Lederen (Telenor) sin verdifunksjon på investeringstidspunktet består av to komponenter. Den første komponenten er neddiskontert kontantstrøm ved monopol, den tid leder er alene i markedet. Andre komponent er neddiskontert kontantstrøm etter at inntrenger har etablert seg i markedet.

$$L(R_0, K_0) = E \left[ \int_0^{\tau} e^{-rt} R_t \bar{m} dt \right] + E \left[ e^{-r\tau} \right] \frac{R_t^{*F} m dt}{\delta_R} - K \quad (1.6)$$

## 7.6 Inntrengerens verdifunksjon

Ved å benytte baklengs induksjon løser vi først for inntrengerens strategi. Vi ønsker å finne ut hvordan inntrengerer kan tilpasse seg optimalt gitt at lederen (Telenor) allerede er etablert i markedet.

Vi har definert  $R_t$  som årlig kontantstrøm, slik at markedsverdien under sannsynlighetsmålet  $Q$  på tidspunkt 0 blir:

$$E^Q \left[ \int_0^{\infty} e^{-rt} R_t dt \right] = \frac{R_0}{\delta_R}$$

Verdifunksjonen til inntrengerer (NetCom) blir:

$$F(R_0, K_0) = E \left[ e^{-r\tau} \left( \int_{\tau}^{\infty} e^{-rt} R_t dt - K_{\tau} \right) \right]$$

Alternativt:

$$F(R_0, K_0) = E \left[ e^{-r\tau} \left( \frac{R_{\tau}}{\delta_R} - K_{\tau} \right) \right]$$

Vi har to stokastiske prosesser. En for årlig kontantstrøm og en for investeringskostnad. Vi følger praksis til Broadie & Detemple (1994) og Paxson & Pinto (2003, 2004) og definerer en ny variabel  $Y_t$ , som er en funksjon av de to stokastiske prosessene  $R_t$  og  $K_t$ . Vi har forenklet problemet og kan nå løse det som om vi kun har en stokastisk prosess.

$$Y_t \equiv \frac{R_t}{K_t}, \quad (1.7)$$

slik at  $Y_t$  blir en funksjon  $Y_t = f(R_t, K_t)$ , som er tidshomogen. Funksjonen er uavhengig av tiden. Prosessen  $Y_t$  er gitt ved likningen:

$$dY_t = (r - \delta_Y) Y_t dt + \sigma_Y Y_t dZ_t^{*Y} \quad (1.8)$$

I likning (1.8) har vi innført variablene  $\delta_Y$ ,  $\sigma_Y^2$  og  $dZ_t^{*Y}$  som er definert ved:

$$\begin{aligned}\delta_Y &= \delta_R + r - \delta_K - \alpha^2 + \sigma\alpha\rho \\ dZ_t^{*Y} &= \frac{\sigma dZ_t^{*R} - \alpha dZ_t^{*K}}{\sigma_Y} \quad (1.9) \\ \sigma_Y^2 &= \sigma^2 + \alpha^2 - 2\rho\sigma\alpha\end{aligned}$$

Her må  $\delta_R$  og  $\delta_K$  ha verdier slik at  $\delta_Y > 0$ . Hvis dette ikke er tilfellet vil opsjonen ikke bli utløst før forfalltidspunkt ettersom det ikke eksisterer noen alternativkostnad ved å holde *call* opsjonen på å investere i live. Vi ser at en høy  $\delta_R$  bidrar til at alternativkostnaden ved å holde opsjonen i live øker ettersom økt  $\delta_R$  fører til økt  $\delta_Y$ . En liten verdi på  $\delta_K$  bidrar til høyere verdi på  $\delta_Y$ , slik at sannsynligheten for tidlig utøvelse av opsjonen øker. Fra likning (1.4) vet vi at  $\delta_K$ , er nødt til å være større enn  $r$ , for at driften skal bli negativ. Derfor kan ikke  $\delta_K$  under normale omstendigheter være negativ. Verdien på  $\delta_K$  må være minst mulig jf. definisjonen av  $\delta_Y$  i likning (1.9), men slik at  $\delta_K > 0$  og  $\delta_K > r$ . Det sentrale er at parametrene  $\delta_R$  og  $\delta_K$  må være slik at  $\delta_Y > 0$ , og at  $\delta_K > r$ .

Parameteren  $\delta_Y$  har ikke ha noen økonomisk fortolkning utover dette ettersom den er fremkommet kun for regnetekniske formål.

Siden  $R_t$  og  $K_t$  er stokastiske variabler og følger separate geometriske Brownske bevegelser benytter vi Itô's lemma for å komme frem til likning (1.8). Ettersom vi har to geometriske Brownske bevegelser må vi kryssderivere. Derivasjonene og kalkulasjonene for å komme frem til likning (1.8) er vist i appendiks. Vi definerer  $y = Y_0$ .

Vi kan nå skrive, jf. likning (1.7):

$$\begin{aligned}R_t - K_t & \\ &= K_t \left( \frac{R_t}{K_t} - 1 \right) \\ &= K_t (Y_t - 1)\end{aligned}$$

Vi definerer sammenhenger:

$$F(R_0, K_0) = K_0 V^F(Y_0)$$

Vi lar  $v^F$  stå for verdien av prosjektet for NetCom, hvor  $F$  står for ”follower” eller inntrenger. Verdien av opsjonen på å investere blir dermed  $v^F(y)$  på tidspunkt null. Optimeringsproblemet kan nå fortolkes som  $K_0$  opsjoner med verdi  $V^F(Y_0)$ .

Maksimeringsproblemet blir da:

$$V^F(y) = \sup_{\tau} E \left[ e^{-r\tau} \left( \int_{\tau}^{\infty} e^{-rt} Y_t dt - 1 \right) \right]$$

Dette kan vi alternativt skrive som:

$$V^F(Y_0) = \sup_{\tau} E \left[ e^{-r\tau} (Y_{\tau} - 1) \right]$$

Her står  $F$  for ”follower” eller inntrenger. Kritisk pris for investering, altså verdien av  $Y$  hvor det er optimalt å investere for inntrenger (NetCom) benevnes  $Y_F^*$ . En kandidat til dette punktet benevnes derfor  $\hat{Y}_F$ . Inntrengerens (NetCom) verdifunksjon er gitt ved:

$$v^F(y) = E \left[ e^{-r\tau} \left( \int_{\tau}^{\infty} e^{-rt} Y_t dt - 1 \right) \right]$$

Vi kjenner verdifunksjonen for  $Y$  større eller lik  $\hat{Y}_F$ , der  $\hat{Y}_F$  representerer kritisk verdi inntrengerens investering. Foretaket vil ved  $Y \geq \hat{Y}_F$  investere  $K_t$  i det fysiske telenettet. Når  $Y$  er mindre enn  $\hat{Y}_F$  er derimot verdifunksjonen ukjent. Vi må derfor finne ut hvordan verdifunksjonen ser ut i dette intervallet. For  $Y$  mindre enn  $\hat{Y}_F$  benevner vi verdifunksjonen for  $w(y)$ . Vi ønsker nå å finne ut hvordan  $w(y)$  ser ut. Vi definerer  $Y_0$  som  $y$  og får:

$$v^F(y) = \begin{cases} w^F(y) & \text{for } y < \hat{Y}_F \\ \frac{y}{\delta_R} - 1 & \text{for } y \geq \hat{Y}_F \end{cases}$$

Et uttrykk for  $v^F(y)$  i intervallet  $Y < \hat{Y}_F$ , finner vi ved hjelp av Itô's lemma. Vi benytter Itô's lemma på likning (1.8) for å finne differensiallikningen til  $w(y)$ :

$$dw = \left[ \frac{1}{2} w''(y) \sigma_Y^2 Y_t^2 + w'(y)(r - \delta_Y) Y_t \right] dt + w'(y) Y_t dZ_t^Y$$

Vi vet at forventet verdi på en Wienerprosess er null. Vi finner forventingen og setter lik risikofri avkastning:

$$\begin{aligned} E^Q \left( \frac{dw}{dt} \right) &= \frac{1}{2} w''(y) \sigma_Y^2 y^2 + w'(y)(r - \delta_Y) y = rw \\ &\Rightarrow \frac{1}{2} \sigma_Y^2 y^2 w''(y) + (r - \delta_Y) y w'(y) - rw = 0 \end{aligned} \quad (1.10)$$

Likning (1.10) er strukturelt lik Black-Scholes partielle differensiallikning (PDE) hvor underliggende aktiva er et finansielt aktiva. Den kan også finnes igjen i Dixit & Pindyck (1994), men hvor tolkningen av  $\delta_Y$  er noe forskjellig ettersom de opererer med kun én stokastisk prosess. Likningen beskriver endringen i kontantstrømmer for prosjektet i intervallet hvor  $y$  er mindre enn  $\hat{Y}_F$ .

Gitt at både  $R_t$  og  $K_t$  følger de geometriske Brownske bevegelsene i likning (1.1) og (1.2) må to betingelser være oppfylt. Prisingformelen for opsjonen må tilfredsstille differensiallikning (1.10) og grensevilkårene må også være tilfredsstilt.

Grensevilkårene er som følger:

$$w^F(y) = 0 \quad \text{når } y \rightarrow 0 \quad (1.11)$$

$$w^F(Y_F^*) = \frac{Y_F^*}{\delta_R} - 1 \quad (1.12)$$

$$w^{F'}(Y_F^*) = \frac{1}{\delta_R} \quad (1.13)$$

Betingelse (1.11) oppstår på bakgrunn av at dersom  $y$  går mot 0, vil opsjonen på å investere være uten verdi. Triggerpunktet  $Y_F^*$  indikerer når det er optimalt å foreta investeringen. Betingelse (1.12) er derfor *value matching* betingelsen som sier at når

investeringen foretaes vil selskapet motta en *payoff* (netto utbetaling) tilsvarende  $Y_F^* - 1$  på det tidspunkt. Verdien på investeringstidspunktet er som vi husker:

$$\begin{aligned} & \frac{R_t}{\delta_R} - K_t \\ &= K_t \left( \frac{R_t / \delta_R}{K_t} - \frac{K_t}{K_t} \right) \\ &= K_t \left( \frac{Y_t}{\delta_R} - 1 \right) \end{aligned}$$

Grensevilkår (1.12) blir derfor  $Y_F^* - 1$ . Grensebetingelse (1.13) er *smooth pasting* vilkåret. Hvis funksjonen ikke er kontinuerlig og glatt i det kritiske triggerpunktet  $Y_F^*$  vil foretaket kunne gjøre det bedre ved å utøve opsjonen i et annet punkt.

For å finne  $v^F(y)$ , altså verdien av opsjonen på å investere på tidspunkt null,  $Y_0$ , må vi løse likning (1.10) gitt grensevilkårene (1.11) til (1.13).

Den generelle løsningen for likning (1.10) er gitt ved:

$$w^F(y) = Ay^{\beta_1} + By^{\beta_2} \quad (1.14),$$

hvor  $A$  og  $B$  er konstanter som må bestemmes og  $y = Y_0$ . Her er  $\beta_1$  og  $\beta_2$  røttene til en andregradslikning på formen (se Dixit & Pindyck 1994):

$$\frac{1}{2} \sigma^2 \beta(\beta - 1) + (r - \delta_Y) \beta - r = 0 \quad (1.15)$$

Vi kan finne  $\beta_1$  og  $\beta_2$  ved hjelp av likning (1.10) og (1.14). Vi får:

$$\beta_{1,2} = \frac{1}{2} - \frac{(r - \delta_Y)}{\sigma_Y^2} \pm \sqrt{\left[ \frac{(r - \delta_Y)}{\sigma_Y^2} - \frac{1}{2} \right]^2 + \frac{2r}{\sigma_Y^2}}$$

Disse uttrykkene er tilsvarende til uttrykkene i Dixit & Pindyck, (1994).



Grensebetingelsen (1.11) sier at hvis kontantstrømmen fra prosjektet er null, vil  $y$  være lik null siden  $Y_t \equiv \frac{R_t}{K_t}$ . Vi kan argumentere for at  $\beta_1$  alltid er større enn en, og  $\beta_2$  alltid er

mindre enn null. Hvis vi ser på  $\beta_2$  og omrokkerer leddene, så ser vi at

$\left(\frac{1}{2}\sigma_Y^2 - r + \delta_Y\right)$  alltid vil være mindre enn  $\left[\left(\frac{1}{2}\sigma_Y^2 - r + \delta_Y\right)^2 + 2\sigma_Y^2 r\right]^{\frac{1}{2}}$ . Dermed vil  $\beta_2$

alltid være negativ (M.S. Aase, 1996). Vi antar at  $r, \sigma_Y$  og  $\delta_Y$  er parametere i modellen som er større enn null. Dette impliserer at  $B$  i likning (1.14) er null, slik at vi får løsningen  $w^F(y) = Ay^{\beta_1}$ , hvor  $A$  er en konstant som må bestemmes og  $\beta_1 > 1$  er en kjent konstant som avhenger av parametrene  $\sigma_Y, \rho$  og  $\delta_Y$  i differensiallinkningen. Vi kan lett se at  $\beta_1$  er større enn null. Å vise at  $\beta_1$  er større enn en er noe mer omstendelig. Vi viser til Dixit (1994) for et bevis av denne påstanden.

De gjenværende grensevilkårene, (1.12) og (1.13) benytter vi for å løse for de to gjenværende ukjente, konstanten  $A$  og den kritiske triggerverdien til inntrengeren  $Y_F^*$ .

Hvis vi skriver om grensevilkårene får vi:

$$w^F(y) = 0, \text{ slik at } B = 0$$

$$w^F(\hat{Y}_F) = \frac{\hat{Y}_F}{\delta_R} - 1, \text{ slik at } A(\hat{Y}_F)^{\beta_1} = \frac{\hat{Y}_F}{\delta_R} - 1$$

$$w^F'(\hat{Y}_F) = \frac{1}{\delta_R}, \text{ slik at vi får, } A\beta_1(\hat{Y}_F)^{\beta_1-1} = \frac{1}{\delta_R} \quad (1.16)$$

Vi ønsker å finne den kritiske triggerverdien til inntrengeren (NetCom). Begynner derfor med å løse for konstanten  $A$  siden konstanten  $B$  i likning (1.14) er null:

$$A\hat{Y}_F^{\beta_1} = \frac{\hat{Y}_F}{\delta_R} - 1 \quad (1.17)$$

$$A = \left(\frac{\hat{Y}_F^{\beta_1}}{\delta_R} - 1\right) \hat{Y}_F^{-\beta_1}$$

Vi setter inn for  $A$ , likning (1.17), i den deriverte i likning (1.16), og løser for triggerverdien  $\hat{Y}_F$  slik at løsningen for den kritiske triggerverdien til inntrengeren (NetCom) blir:

$$Y_F^* = \frac{\beta_1}{\beta_1 - 1} \delta_R \quad (1.18)$$

For å finne verdifunksjonen  $w(y)$  for intervallet hvor  $Y > Y_F^*$  må vi sette uttrykket for konstanten  $A$  likning (1.17) inn i likning (1.14):

$$w(y) = \left( \frac{y}{\hat{Y}_F} \right)^{\beta_1} \left( \frac{\hat{Y}_F}{\delta_R} - 1 \right)$$

Vi kan nå vise verdifunksjonen til inntrengeren (NetCom) over de ulike intervallene:

$$V^F(y) = \begin{cases} \left( \frac{y}{Y_F^*} \right)^{\beta_1} \left( \frac{Y_F^*}{\delta_R} - 1 \right) & \text{for } y < Y_F^* \\ \left( \frac{y}{\delta_R} - 1 \right) & \text{for } y \geq Y_F^* \end{cases}$$

Vi definerer  $R_F^*(K_t)$ , som kritisk verdi av kontantstrøm for at investeringen blir iverksatt.

Merk at  $R_F^*$  er en funksjon av investeringskostnaden på investeringstidspunktet. Siden

$$Y_t \equiv \frac{R_t}{K_t}$$

multipliserer vi triggerfunksjonen til inntrengeren (NetCom) likning (1.18) med  $K_t$  på begge sider og får:

$$R_F^*(K_t) = \frac{\beta_1}{\beta_1 - 1} \delta_R K_t$$

Vi har fra tidligere at  $F(R_0, K_0) = K_0 V^F(y)$ . Inntrengersens (NetCom) sin verdi av investeringsmuligheten vil da være:

$$F(R_0, K_0) = \begin{cases} K_0 w(y) = K_0 \left( \frac{y}{Y_F^*} \right)^{\beta_1} \left( \frac{Y_F^*}{\delta_R} - 1 \right) & \text{for } R_0 < R_F^*(K_0) \\ K_0 \left( \frac{y}{\delta_R} - 1 \right) & \text{for } R_0 \geq R_F^*(K_0) \end{cases}$$

## 7.7 Lederens verdifunksjon

Profitt og investeringskostnad følger de geometriske Brownske bevegelsene gitt i likning (1.1) og (1.2).

Verdifunksjonen til lederen (Telenor) kan beskrives ved tre tilstander. Lederen kan være i følgende tilstander:

1. Før lederen gjør noen irreversible investeringer i UMTS-nettet vil foretaket eie en opsjon på å investere i nettet.
2. Etter å ha foretatt den irreversible investeringen og gått inn i UMTS-markedet ved å tilby produkter og tjenester vil lederen operere som monopolist så lenge etterfølgeren ikke har foretatt den irreversible investeringen i nettet og gått inn i markedet. I denne tilstanden vil lederen motta den årlige kontantstrømmen  $R_t \bar{m}$ .
3. Etter at etterfølgeren har investert og gått inn i markedet, vil lederen fortsatt ha en konkurransefordel kalt  $m$ , og motta årlig kontantstrøm  $R_t m$ .

Når lederen skifter tilstand møter den en tilpasningskostnad eller skiftkostnad. For å gå fra tilstand 1 til tilstand 2, må foretaket ut med en usikker investeringskostnad  $K_t$  på investeringstidspunkt  $t$ .

Vi kjenner verdifunksjonen til lederen når  $y \geq Y_F^*$ . Inntrenger vil da foreta den irreversible investeringskostnaden  $K_0$ , og leder og inntrenger vil dele markedet. Imidlertid vil leder ha en permanent førstetrekks fordel eller konkurransefordel som vi kaller  $m$ . Vi kjenner derimot ikke verdifunksjonen til lederen når  $y \leq Y_L^*$  og  $y \in [Y_L^*, Y_F^*]$ . Vi kjenner altså ikke verdifunksjonen til lederen når  $y$  er mindre enn det kritiske triggerpunktet til lederen,  $Y_L^*$  og når  $y$  befinner seg i intervallet mellom triggerpunktet til lederen og triggerpunktet til inntrenger, altså når leder er alene i markedet. Når leder er alene i markedet vil foretaket operere som monopolist og motta den årlige kontantstrømmen  $R_t \bar{m}$ . Det kritiske triggerpunktet for leder  $Y_L^*$  er også ukjent og må løses for.

Vi har:

$$v^L(y) = \begin{cases} x^L(y) & \text{for } y \leq \hat{Y}_L \\ p^L(y) & \text{for } y \in [\hat{Y}_L, Y_F^*] \\ \left( \frac{ym}{\delta_R} - 1 \right) & \text{for } y > Y_F^* \end{cases}$$

Vi ønsker nå å finne ut hvordan  $x^L(y)$  og  $p^L(y)$  ser ut siden vi ikke kjenner verdifunksjonen til lederen (Telenor) i disse intervallene.

Fra likning (1.7) har vi definert  $y$ . Leder (Telenor) sin verdifunksjon i tilstand 2 og 3, dersom leder (Telenor) investerer på tidspunkt 0, og  $\tau$  er definert som inntrengerens (NetCom) sin stoppetid blir da:

$$L(R_0, K_0) = E \left[ \int_0^\tau e^{-rt} R_t \bar{m} dt \right] + E \left[ e^{-r\tau} \right] \frac{R_\tau^{*F} m dt}{\delta_R} - K_0 \quad (1.19)$$

Siden vi har definert  $Y_t \equiv \frac{R_t}{K_t}$ , kan vi skrive:

$$L(R_0, K_0) = K_0 V^L(Y_0)$$

For intervallet  $y \in [\hat{Y}_L, \hat{Y}_F]$ , får vi da:

$$p^L(y) = \overbrace{E \left[ \int_0^\tau e^{-rt} Y_t \bar{m} dt \right]}^{\text{Første-komponent}} + \overbrace{E \left[ e^{-r\tau} \right] \frac{Y_\tau^{*F} m}{\delta_R}}^{\text{Andre-komponent}} - 1 \quad (1.20)$$

Første komponent i likning (1.20) forklarer lederens forventede verdi på prosjektet så lenge den er alene i markedet. Andre komponent forklarer lederens forventede verdi på prosjektet når  $y \geq Y_F^*$  og når inntrengerens har gått inn i markedet.

Vi begynner med andre komponent i likning (1.20) og definerer:

$$h(y) = E \left[ e^{-r\tau} \right] \quad (1.21)$$

Her er  $h(y)$  forventningen til diskonteringsleddet. Diskonteringen skjer til risikofri rente siden vi befinner oss i en  $Q$  - verden. Siden  $\tau$ , som er punktet i tiden hvor inntrenger (NetCom) går inn i markedet, er avhengig av utviklingen i  $Y_t$ , som følger en geometrisk Brownsk bevegelse, likning (1.8), kan  $h(y)$  skrives som:

$$\frac{1}{2}\sigma_y^2 h''(y)y^2 + [r - \delta]h'(y)y - rh(y) = 0 \quad (1.22)$$

Likning (1.22) har som kjent en generell løsning lik:

$$h(y) = Cy^{\beta_1} + Dy^{\beta_2}$$

Her er  $\beta_1$  den positive roten og  $\beta_2$  den negative roten av den standard kvadratiske andregradslikningen (1.15). Konstantene  $C$  og  $D$  bestemmes ved hjelp av noen grensevilkår. Når  $y$  går mot  $Y_F^*$ , altså nærmer seg triggerverdien til inntrenger, vil  $\tau$  være liten, og  $e^{-r\tau}$  vil nærme seg 1. Derfor får vi:

$$h(Y_F^*) = 1$$

Alternativt kan vi skrive dette slik:

$$\text{Når } y \rightarrow Y_F^*, \text{ vil } \tau \rightarrow 0 \text{ og } h(Y_F^*) = 1$$

Når  $y$  er veldig liten, vil  $\tau$  være veldig stor og  $e^{-r\tau}$  vil nærme seg 0. Derfor vil  $h(0) = 0$

Vi kan skrive dette slik:

$$y \rightarrow 0 \text{ vil } h(0) = 0.$$

Vi får da at  $D = 0$  og  $Cy^{\beta_1} = 1$ , slik at:

$$h(Y_F^*) = CY_F^{*\beta_1} \quad (1.23)$$

$$CY_F^{*\beta_1} = 1$$

$$C = \frac{1}{Y_F^{*\beta_1}}$$

$$C = Y_F^{-\beta_1^*}$$

Setter inn for  $C$  i likning (1.23) slik at vi får:

$$h(y) = Cy^{\beta_1} = Y_F^{-\beta_1^*} y^{\beta_1} = \left( \frac{y^{\beta_1}}{Y_F^{\beta_1^*}} \right) = \left( \frac{y}{Y_F^*} \right)^{\beta_1} \quad (1.24)$$

Den første komponenten i likning (1.20) kan skrives som:

$$g(y) = E \left[ \int_0^\tau e^{-r\tau} Y_t \bar{m} dt \right] \quad (1.25)$$

Likningen (1.25) tilfredsstiller følgende differensiallikning ettersom  $Y$  følger en geometrisk Brownsk bevegelse lik likning (1.8):

$$\frac{1}{2} \sigma_Y^2 y^2 g''(y) + [r - \delta] y g'(y) - r g(y) + y \bar{m} = 0 \quad (1.26)$$

Den generelle løsningen til likning (1.26) er da gitt ved:

$$g(y) = E y^{\beta_1} + F y^{\beta_2} + \frac{y \bar{m}}{\delta_R} \quad (1.27)$$

Røttene  $\beta_1$  og  $\beta_2$  er de samme som definert tidligere. Gitt grensevilkårene:

$$\begin{aligned} g(Y_F^*) &= 0 \\ g(0) &= 0 \end{aligned}$$

Gitt grensevilkårene får vi at likning (1.27) blir:

$$g(y) = E y_F^{\beta_1^*} + \frac{y_F^* \bar{m}}{\delta_R} \quad (1.28)$$

Vi løser først for konstanten  $E$ :

$$\begin{aligned} E &= \frac{-\frac{Y_F^* \bar{m}}{\delta_R}}{Y_F^{\beta_1^*}} \\ E &= -\frac{Y_F^* \bar{m}}{\delta_R} Y_F^{-\beta_1^*} \\ E &= -\frac{Y_F^{1-\beta_1^*} \bar{m}}{\delta_R} \end{aligned}$$

Vi setter inn for konstanten  $E$  i likning (1.27) og får:

$$g(y) = -\frac{Y_F^{1-\beta_1^*} \bar{m}}{\delta_R} y^{\beta_1} + \frac{y \bar{m}}{\delta_R} \quad (1.29)$$

Vi setter inn for  $g(Y)$ , likning (1.29) og  $h(Y)$ , likning (1.24), i likningen (1.20) og får likningen (se appendiks for utregning):

$$p^L(y) = \frac{1}{\delta_R} y \bar{m} \left[ 1 - \left( \frac{1}{Y_F^*} \right)^{\beta_1} \right] + \left( \frac{y}{Y_F^*} \right)^{\beta_1} \frac{Y_F^* m}{\delta_R} - 1$$

Vi har tidligere utledet triggerfunksjonen,  $Y_F^*$ , til inntrengeren (NetCom). Gitt investering på tidspunkt null for inntrenger (NetCom), vi kan sette inn for triggerfunksjonen  $Y_F^*$ , samtidig som vi ordner leddene:

$$p^L(y) = \frac{\bar{m}}{\delta_R} y + \left( \frac{y}{Y_F^*} \right)^{\beta_1} \frac{\beta_1}{\beta_1 - 1} (m - \bar{m}) - 1 \quad (1.30)$$

Vi har tidligere definert  $Y_t \equiv \frac{R_t}{K_t}$ . Vi multipliserer derfor likning (1.30) med  $K_0$  og får:

$$p^L(y) K_0 = \frac{\bar{m} R_0}{\delta_R} + \left( \frac{y}{Y_F^*} \right)^{\beta_1} \frac{\beta_1 K_0}{\beta_1 - 1} (m - \bar{m}) - K_0 \quad (1.31)$$

Vi har nå funnet verdifunksjonen  $p^L(y)$  til lederen (Telenor) for intervallet  $y \in [Y_L^*, Y_F^*]$ .

Tilstand 1:

Vi må finne verdifunksjonen  $x^L(y)$  før lederen går inn i markedet. Dette er verdien av opsjonen på å foreta den irreversible investeringen  $K_t$  og gå inn i markedet. Så lenge foretakene investerer sekvensielt og det er gitt at Telenor opptrer som leder og NetCom som inntrenger, kan Telenor velge å gå inn i markedet på et optimalt tidspunkt. Telenor trenger ikke å være redd for at andre foretak etablerer seg i markedet på et tidligere tidspunkt ettersom rollene er eksogent gitt og bestemt på forhånd.

Verdifunksjonen til lederen (Telenor) før foretaket går inn i UMTS markedet kan beskrives ved en partiell differensiallikning lik (1.10) med generell løsning:

$$x^L(y) = Cy^{\beta_1} + Dy^{\beta_2} \quad (1.32)$$

Røttene  $\beta_1$  og  $\beta_2$  er de samme som definert tidligere. Siden  $\beta_2$  er negativ, vet vi fra den tidligere diskusjonen at  $D = 0$ . Konstanten  $C$  og triggerverdien,  $Y_L^*$ , til Telenor er definert av *value matching* og *smoothpasting* betingelsene.

Betingelsen som sier at payoff ved å innløse opsjonen må kompensere for terminering av opsjonen kalles *value matching*:

$$x^L(\hat{Y}_L) = \left( \frac{\hat{Y}_L}{Y_F^*} \right)^{\beta_1} \frac{\beta_1}{\beta_1 - 1} (m - \bar{m}) + \frac{\bar{m}}{\delta_R} \hat{Y}_L - 1 \quad (1.33)$$

Betingelsen som sier at som sier at helning på funksjonen til opsjonsverdien og payoff funksjonen må være lik kalles *Smooth pasting* vilkåret:

$$x^L(\hat{Y}_L) = \left( \frac{\hat{Y}_L}{Y_F^*} \right)^{\beta_1 - 1} \frac{\beta_1^2}{Y_F^* (\beta_1 - 1)} (m - \bar{m}) + \frac{\bar{m}}{\delta_R} \quad (1.34)$$

Ved å benytte likningene (1.32), (1.33) og (1.34) finner vi trigger funksjonen til lederen. Vi begynner med å løse for konstanten  $C$  siden  $D = 0$  og får:

$$C = \left( \left( \frac{\hat{Y}_L}{Y_F^*} \right)^{\beta_1} \frac{\beta_1}{\beta_1 - 1} (m - \bar{m}) + \frac{\bar{m}}{\delta_R} \hat{Y}_L - 1 \right) \hat{Y}_L^{-\beta_1} \quad (1.35)$$



Vi deriverer likning (1.32) med hensyn på  $Y_L^*$ , setter inn for  $C$  som vi fant i (1.35) og setter dette uttrykket lik likning (1.34) og får:

$$\left( \left( \frac{\hat{Y}_L}{Y_F^*} \right)^{\beta_1} \frac{\beta_1}{\beta_1 - 1} (m - \bar{m}) + \frac{\bar{m}}{\delta_R} \hat{Y}_L - 1 \right) \hat{Y}_L^{-\beta_1} \beta_1 \hat{Y}_L^{\beta_1 - 1} = \left( \frac{\hat{Y}_L}{Y_F^*} \right)^{\beta_1 - 1} \frac{\beta_1^2}{Y_F^* (\beta_1 - 1)} (m - \bar{m}) + \frac{\bar{m}}{\delta_R} \quad (1.36)$$

For å finne triggerverdien til lederen (Telenor) løser vi likning (1.36) for  $\hat{Y}_L$  og får (se appendiks for utregninger):

$$\hat{Y}_L = \frac{\beta_1}{\bar{m} \frac{(\beta_1 - 1)}{\delta_R}}$$

Skriver om uttrykket og får triggerverdien til lederen (Telenor):

$$Y_L^* = \frac{\delta_R}{\bar{m}} \frac{\beta_1}{\beta_1 - 1} \quad (1.37)$$

Den optimale strategien for lederen (Telenor) vil være å foreta den irreversible investeringen  $K_t$  så snart en når triggerverdien  $Y_L^*$ . Med andre ord vil optimalt tidspunkt for lederen (Telenor) å foreta investeringen på når rollene er gitt på forhånd og både investeringskostnad og årlige kontantstrømmer følger en geometrisk Brownsk bevegelse være gitt ved,

$$T_L = \inf \left\{ t > 0; Y_L^* = \frac{\delta_R}{\bar{m}} \frac{\beta_1}{\beta_1 - 1} \right\}$$

Siden vi har  $Y_t \equiv \frac{R_t}{K_t}$ , multipliserer vi likning (1.37) med  $K_t$  og får:

$$Y_L^* K_t = \frac{\delta_R}{\bar{m}} \frac{\beta_1}{\beta_1 - 1} K_t$$

$$R_L^* = \frac{\delta_R}{\bar{m}} \frac{\beta_1}{\beta_1 - 1} K_t$$

Her er  $R_L^*$  en funksjon av investeringskostnaden  $K_t$ . Vi finner verdifunksjonen  $x^L(y)$  til lederen (Telenor) i dette intervallet ved å løse for  $C$ , se likning (1.35), og sette inn for  $C$  i likning (1.32). Vi vet at  $D = 0$ , og får:

$$x^L(y) = \left(\frac{y}{Y_F^*}\right)^{\beta_1} \frac{\beta_1}{\beta_1 - 1} (m - \bar{m}) + \frac{\beta_1}{\beta_1 - 1} \left(\frac{y}{\hat{Y}_L}\right)^{\beta_1} - \left(\frac{y}{\hat{Y}_L}\right)^{\beta_1} \quad (1.38)$$

Merk her at de to siste leddene i likning (1.38) kan skrives som:

$$\begin{aligned} & \frac{\beta_1}{\beta_1 - 1} \left(\frac{y}{\hat{Y}_L}\right)^{\beta_1} - \left(\frac{y}{\hat{Y}_L}\right)^{\beta_1} \\ &= \frac{\beta_1}{\beta_1 - 1} \left(\frac{y}{\hat{Y}_L}\right)^{\beta_1} - \frac{\beta_1 - 1}{\beta_1 - 1} \left(\frac{y}{\hat{Y}_L}\right)^{\beta_1} \\ &= \frac{1}{\beta_1 - 1} \left(\frac{y}{\hat{Y}_L}\right)^{\beta_1} \end{aligned}$$

Dermed kan vi kan skrive likning (1.38) som:

$$x^L(y) = \frac{1}{\beta_1 - 1} \left(\frac{y}{\hat{Y}_L}\right)^{\beta_1} + \frac{\beta_1}{\beta_1 - 1} (m - \bar{m}) \left(\frac{y}{Y_F^*}\right)^{\beta_1} \quad (1.39)$$

Siden  $Y_t \equiv \frac{R_t}{K_t}$ , multipliserer vi likning (1.39) med  $K_t$  og får:

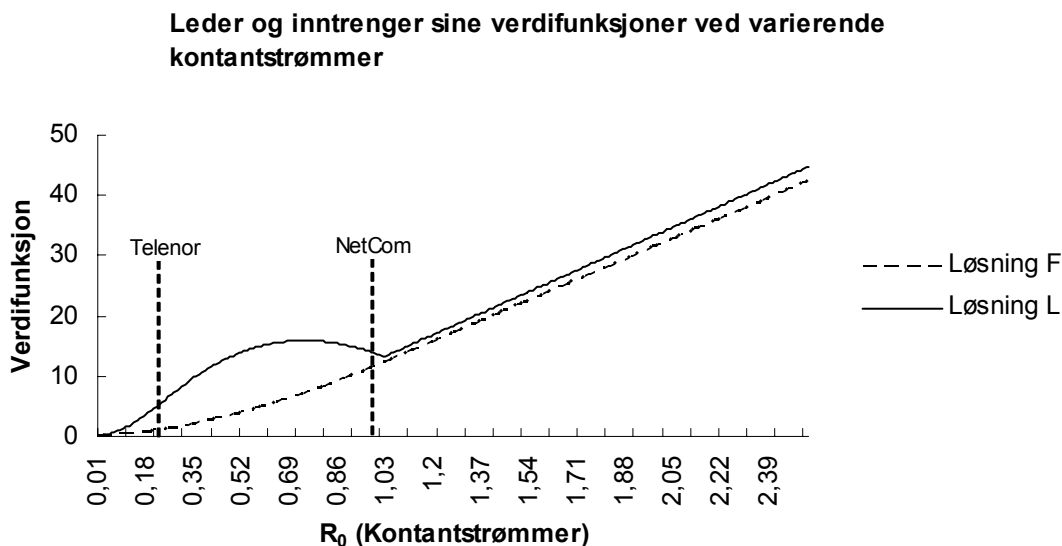
$$x^L(y) = \frac{K_t}{\beta_1 - 1} \left(\frac{y}{\hat{Y}_L}\right)^{\beta_1} + \frac{K_t \beta_1}{\beta_1 - 1} (m - \bar{m}) \left(\frac{y}{Y_F^*}\right)^{\beta_1}$$

Vi har nå funnet verdifunksjonen til lederen (Telenor) for de ulike intervallene eller tilstandene:

$$K_0 V^L(y) = \begin{cases} \frac{K_0}{\beta_1 - 1} \left(\frac{y}{Y_L^*}\right)^{\beta_1} + \frac{K_0 \beta_1}{\beta_1 - 1} (m - \bar{m}) \left(\frac{y}{Y_F^*}\right)^{\beta_1} & \text{for } y < Y_L^* \\ \frac{\bar{m} R_0}{\delta_R} + \left(\frac{y}{Y_F^*}\right)^{\beta_1} \frac{\beta_1 K_0}{\beta_1 - 1} (m - \bar{m}) - K_0 & \text{for } y \in [Y_L^*, Y_F^*] \\ \left(\frac{R_0 m}{\delta_R} - K_0\right) & \text{for } y \geq Y_F^* \end{cases}$$

Verdifunksjonen  $V^L(y)$  er som vi kan se delt opp i tre komponenter.

Vi har nå funnet verdifunksjonen til Telenor (leder) og NetCom (inntrenger) for alle intervall. Vi plotter disse funksjonene inn i et diagram hvor vi varierer årlig kontantstrøm,  $R$ , langs den horisontale akse.



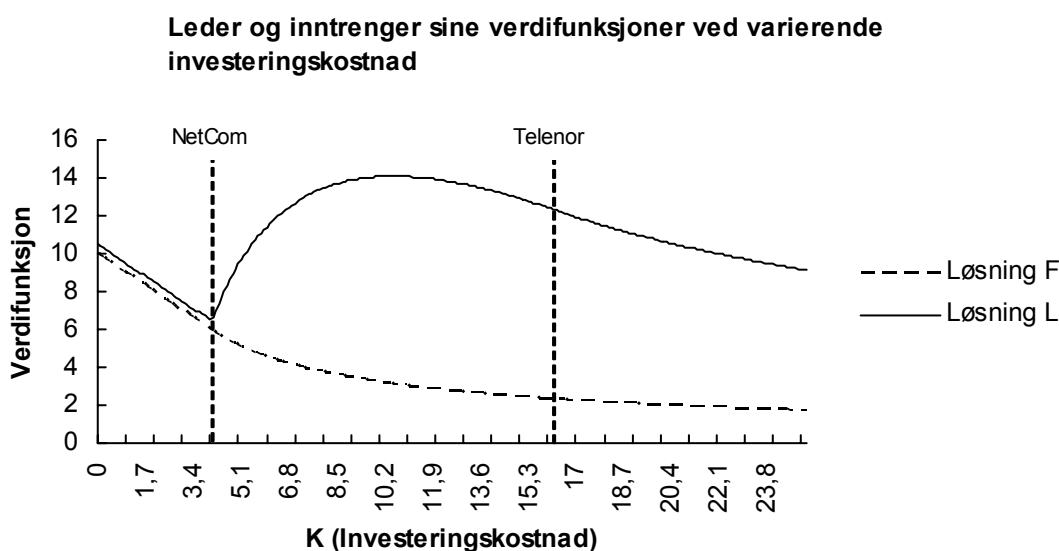
Parameterverdier:  $\sigma = 0,33$ ;  $\alpha = 0,62$ ;  $\delta_R = 0,05$ ;  $\delta_K = 0,001$ ;  $\rho = 0,57$ ;  $K = 8,3$ ;  $r = 0$ ;  $m = 1,05$ ;  $\bar{m} = 4$  og  $R_0$  varierer fra 0,01 til 2,53.

Her er triggerverdiene, altså det kritiske nivået for kontantstrømmene, hvor foretakene investerer i telenettet  $R_0^{Telenor*} = 0,255754563$ , for Telenor (leder), og  $R_0^{NetCom*} = 1,023018254$ , for NetCom (inntrenger). Disse verdiene er markert i diagrammet.

Vi ser av diagrammet at Telenor (lederen/L) sin verdifunksjon ikke er en rett linje for alle  $R_0$ . Verdifunksjonen til Telenor (lederen/L) fortsatt er høyere enn NetCom (inntrenger/F) sin verdifunksjon for alle verdier av  $R$ . Av diagrammet ser vi at begge verdifunksjonene øker, men at Telenor sin verdifunksjon først øker mer enn NetCom sin verdifunksjon, for deretter å falle. Telenor sin verdifunksjon er konkav frem til NetCom går inn i markedet. Grunnen er at samtidig som Telenor har monopol i markedet, nærmer en seg triggerverdien til NetCom ettersom  $R$  øker. Verdifunksjonen til Telenor faller derfor når en nærmer seg triggerverdien til NetCom. Effekten av økt konkurranse fra NetCom virker derfor negativt inn på verdifunksjonen til Telenor. I det øyeblikket NetCom går inn i markedet vil de to verdifunksjonene nærme seg hverandre. Telenor vil allikevel fortsatt ha en større verdifunksjon på grunn av den permanente markedsfordelen

$m$ , som vi forutsetter oppstår når foretaket opptrer som leder. Hvis det ikke eksisterte noen konkurransemessige fortrinn for Telenor ved å opptre som leder ville de to verdifunksjonene være like fra det punktet NetCom går inn i markedet.

For å se hvordan verdifunksjonene til Telenor (leder) og NetCom (inntrenger) reagerer på endringer i investeringskostnaden,  $K$ , varierer vi denne langs den horisontale akse.



Parameterverdier:  $\sigma = 0,33$ ;  $\alpha = 0,62$ ;  $\delta_R = 0,05$ ;  $\delta_K = 0,001$ ;  $\rho = 0,57$ ;  $R = 0,252$ ;  $r = 0$ ;  $m = 1,05$ ;  $\bar{m} = 4$  og  $K$  varierer fra 0,001 til 23,8. Triggerverdiene er for NetCom (inntrenger),  $K_{NetCom}^* = 4,056623609$ , og Telenor (leder)  $K_{Telenor}^* = 16,22649444$ .

Av diagrammet over ser vi at Telenor (lederen/L) sin verdifunksjon og NetCom (inntrenger/F) sin verdifunksjon reagerer ulikt på endringer i  $K$ . For lave verdier av  $K$  ser vi fortsatt at begge verdifunksjonene reduseres likt. Fra et gitt nivå på  $K$ , vil NetCom (inntrenger/F) sin verdifunksjon fortsette å falle og begynne å flate ut for høye verdier på  $K$ . Telenor sin verdifunksjon vil derimot først reduseres, for så å øke kraftig og deretter falle igjen. For et intervall av  $K$ - verdier, vil verdifunksjonen øke for Telenor. Grunnen til dette er at høye investeringskostnader vil bidra til å hindre eller gjøre det mindre attraktivt for NetCom å etablere seg i UMTS markedet.

Investeringskostnaden vil derfor etter et gitt nivå ha en tosidig effekt på verdifunksjonen til Telenor (lederen/L). På den ene siden vil økte investeringskostnader medføre klare negative konsekvenser for Telenor (lederen/L). På den andre siden vil økt

investeringskostnad samtidig hindre og gjøre det mindre attraktivt for NetCom å etablere seg i markedet slik at Telenor vil kunne ha monopol i markedet over et større tidsrom. Når vi studerer utviklingen i verdifunksjonen til Telenor (lederen/L), er den positive effekten av økt investeringskostnad i dette tilfellet er større enn den negative effekten for et intervall av  $K$ .

## 8 Parameter estimer og resultater

Noen av inputdataene som er nødvendig for å benytte modellen, er Telenor og NetCom sine interne estimer og derfor vanskelige å oppdrive. Verdiene på parametrene i modellen er derfor estimert på bakgrunn av offentlig tilgjengelig informasjon fra Samferdselsdepartementet, Post og Teletilsynet, rapporter fra ulike meglerhus og selskapenes årsrapporter. Noen av parametrene kan estimeres på bakgrunn av data, mens andre parametere krever at en benytter skjønn basert på grundig analyse, kjennskap til bransjen og den spesifikke problemstillingen.

UMTS-nettene i Norge er akkurat åpnet for kommersiell utnyttelse, men det foreligger ingen offentlige data enda. For å estimere antall abonnenter (ARPU) og omsetning benytter vi en rapport fra Citigroup Smith Barney, Time to meet 3G, januar 2004, som har analysert det britiske UMTS-markedet. Begrunnelsen for å benytte en britisk rapport, er at de britiske UMTS-nettene har vært åpne for kommersiell trafikk, og at de meglerhus som følger det britiske telemarkedet i større grad kjenner til UMTS-bransjen enn de meglerhus som hovedsakelig følger utviklingen i det norske UMTS-markedet.

Investeringskostnadene er kalkulert på bakgrunn av bransjedata og rapporten fra meglerhuset Citigroup Smith Barney.

Vi har satt totale investeringskostnader (CapEx) til 8.3 mrd NOK på tidspunkt null. Estimert på de totale investeringskostnadene er basert på at det bygges to parallelle UMTS-nett i Norge. Det er rimelig å anta at investeringskostnadene er noenlunde like siden begge aktørene prioriterer utbygging i de mest attraktive områdene, som er tettbygde strøk i Sør-Norge. Totalt vil to parallelle UMTS-nett kreve ca 7 000 basestasjoner. En basestasjon er estimert til å koste ca 1 mill NOK (jfr. [www.digi.no](http://www.digi.no), [www.telecomavisen.no](http://www.telecomavisen.no) og Citigroup Smith Barney).

I tillegg antar vi ekstrakostnader i forbindelse med tilknytningsnett, antenner og annet radioutstyr til å beløpe seg til ca 20 % av direkte kostnader til basestasjoner. Det totale estimatet på 8.3 mrd NOK er i samsvar med estimatene til Telefonica, som oppgir at 7 000 basestasjoner vil koste ca 1 mrd Euro å bygge. Det er verdt å bemerke at det er knyttet stor usikkerhet til estimatene og at aktørene også er uenige om estimatene. I denne

sammenheng kan det nevnes at Computerworld ([www.computerworld.no](http://www.computerworld.no)) mener det er nødvendig med 2 000 basestasjoner i Oslo, mens Telenor mener det vil holde med 500 basestasjoner.

Kontantstrømmer og vekst i kontantstrømmer er estimert på bakgrunn av meglerrapporter og forfatterens bransjekunnskap.

I følge Citigroup Smith Barney vil total ARPU for UMTS brukere ligge på ca 350 NOK pr mnd. Dette er basecase estimat. Telenor hadde for øvrig en ARPU på 339 NOK pr mnd i fjor for GSM (2G) telefoni. Gjennomsnittskunden hos selskapet "3" hadde en ARPU på 528 NOK pr mnd for UMTS telefoni i Storbritannia. I vår modell benytter vi et ARPU estimat på 350 NOK pr mnd siden det enda ikke er lansert nye tjenester som forventes å generere merinntekter i forhold til GSM (2G) nettet.

Vi antar at foretakene samlet vil klare å få ca 200 000 abonnenter innenfor UMTS-markedet det første hele driftsåret. Dette estimatet er beregnet på bakgrunn av erfaringen fra Sverige ([www.digi.no](http://www.digi.no): *Når åpner Sverige*). Selv om det norske markedet er mindre enn det svenske, vil det norske markedet være mer modent når UMTS-nettene åpnes i Norge. Vi anser derfor 200 000 abonnenter totalt for første driftsår til å være et realistisk anslag. Samlet kontantstrøm til foretakene i år 0 blir derfor:

$$R_0 = \text{antall abonnenter} \times \text{ARPU} \times 12 = 200\,000 \times 350 \times 12 = 840 \text{ mill NOK}$$

Forventet årlig vekst i kontantstrømmen fra UMTS-prosjektet er satt til 5 %.

Volatilitet er en kritisk variabel i en realopsjonsmodell. Vi har kalkulert to proxy variabler for volatilitet i vekst i kontantstrømmer og investeringskostnad.

Proxy variabel for kontantstrøm er kalkulert som standardavviket til aksjekursen til Vodafone for perioden 1999-2003.

Som proxy variabel for investeringskostnaden kalkulerte vi standardavviket til aksjekursene for Ericsson og Nokia. Begrunnelsen for å velge volatiliteten til Ericsson og

Nokia som proxy variabel til investeringskostnad, er at disse foretakene er de største leverandørene av utstyr til de norske UMTS-nettene.

Som proxy variabel på korrelasjon mellom kontantstrøm og investeringskostnad benytter vi korrelasjonen mellom utviklingen i Vodafone mot et vektet snitt av Nokia og Ericsson sine aksjekurser.

For å finne estimatene på monopol-multiplikatoren til lederen (Telenor) følger vi praksis til Paxson & Pinto (2004) og deler totalt marked på antall abonnenter til lederen (Telenor). Vi antar lederen får ca 60 % av markedet det første driftsåret. På bakgrunn av markedsandelen til Telenor Mobil for GSM (2G) telefoni er dette en rimelig forutsetning. Vi benytter markedsestimatene for det første driftsåret og får:

$$\bar{m} = \frac{\text{totalmarked}}{\text{ant.abonnenter}} = \frac{200.000}{120.000} = 1,67 \quad (1.40)$$

Førstetrekks multiplikatoren,  $m$ , er fastsatt på bakgrunn av estimatene til antall abonnenter for UMTS-markedet til Telenor Mobil dividert med antall estimerte abonnenter til NetCom. Dette er tilsvarende fremgangsmåte til Paxson & Pinto (2004). Vi får:

$$m = \frac{\text{abonnenter}(Telenor)}{\text{abonnenter}(NetCom)} = \frac{120.000}{80.000} = 1,5 \quad (1.41)$$

Disse estimatene virker fornuftige sett i lys av at vi har en duopol situasjon, hvor et av foretakene har en dominerende posisjon. Paxson & Pinto 2004 studerer det portugisiske UMTS-markedet og tar for seg et scenario hvor to av foretakene fusjonerer slik at en duopol situasjon oppstår. Multiplikatorverdiene de regner ut er henholdsvis 2.2 og 1.2. Våre estimater er derfor konsistente med Paxson & Pinto 2004 sine estimater hvis vi korrigerer for Telenor sin dominerende posisjon i markedet.

Estimatene på  $\delta_K$  er basert på de siste års utvikling i utstyrs og materiellpriser på UMTS relatert materiell som har vært fallende de siste årene ([www.digi.no](http://www.digi.no), [www.telecomavisen.no](http://www.telecomavisen.no), Teknisk ukeblad). Parameteren  $\delta_R$  er forfatterens eget estimat som i hovedsak er basert på bransjekunnskap.



### 8.1.1 Nøkkelparametere

Kostnadsparametere	Notasjon	Verdi	Estimeringsprosedyre
Initial investeringskostnad (CapEx)	$K_0$	8,3 mrd nok.	Kalkulert på bakgrunn av bransjedata.
Fallende investeringskostnader	$\delta_K$	5,6 %	Bransjekunnskap og utstyrspriser
Volatilitet i investeringskostnad	$\alpha$	62 %	Standardavvik for proxy variable som er aksjekurs til Ericsson og Nokia siste 5 år.
Avkastningsparametere	Notasjon	Verdi	Estimeringsprosedyre
Alternativkostnad	$\delta_R$	5 %	Fastsatt fra skjønn og bransjekunnskap
Initial avkastning	$R_0$	840 millioner nok.	Estimert på bakgrunn av bransjekunnskap.
Volatilitet i avkastning	$\sigma$	33 %	Standardavvik for proxy variabel som er aksjekurs til Vodafone siste 5 år.
Andre parametere	Notasjon	Verdi	Estimeringsprosedyre
Risikofri rente	$r$	5,5 %	Bøhren & Gjærum (1999) 79-98, T. Johnsen
Monopol	$\bar{m}$	1,67	Egen kilde
Førstetrekks multiplikator	$m$	1,5	Egen kilde
Korrelasjon mellom utvikling i avkastning og investeringskostnad	$\rho$	57 %	Korrelasjon mellom proxyvariablene, aksjekurs til leverandørselskapene og Vodafone.

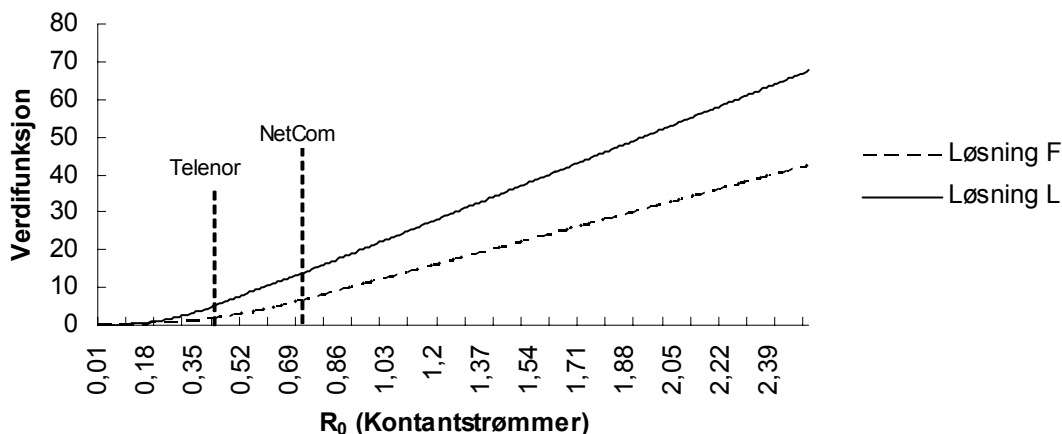
Tabell 5. Nøkkelparametere

Kilde: Se tabell

For lederen (Telenor) og inntrenger (NetCom) har vi regnet ut triggerverdier for kontantstrømmene. Resultatene er basert på ”base case” estimerer som er oppgitt i tabellen for nøkkelparametere (tabell 2). For Telenor har vi funnet en kritisk triggerverdi på ca 960 mill NOK og for NetCom har vi funnet en kritisk triggerverdi på ca 1,6 mrd NOK. Den lavere kritiske triggerverdien til Telenor indikerer at foretaket vil foreta den irreversible investeringen og lansere tjenester i UMTS-nettet en stund før NetCom. Som nevnt lanserte Telenor Mobil sin 3G satsing og åpnet UMTS-nettet for kommersielt bruk

01.12.2004. Dette underbygger de resultater som har fremkommet i modellen vår og bekrefter at Telenor vil gå først inn i markedet og opptre som leder.

#### Leder og inntrenger sine verdifunksjoner ved varierende kontantstrømmer



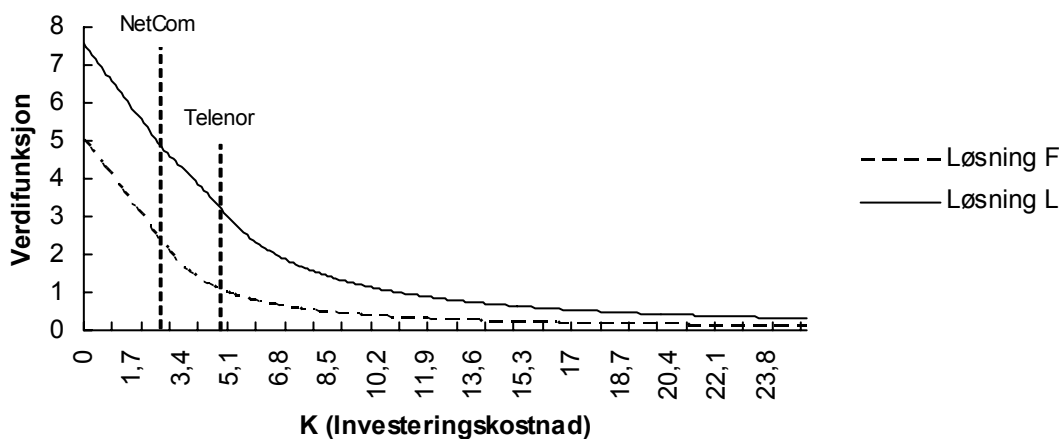
Parameterverdier:  $\sigma = 0,33$ ;  $\alpha = 0,62$ ;  $\delta_R = 0,05$ ;  $\delta_K = 0,056$ ;  $\rho = 0,57$ ;  $K = 8,3$ ;  $r = 0,055$ ;  $m = 1,5$ ;  $\bar{m} = 1,67$  og  $R_0$  varierer fra 0,01 til 2,53.

Her er triggerverdiene, altså det kritiske nivået for kontantstrømmene, hvor foretakene investerer i telenettet,  $R_0^{Telenor*} = 0,425208881$ , for Telenor (leder), og  $R_0^{NetCom*} = 0,710098832$ , for NetCom (inntrenger). Disse verdiene er markert i diagrammet.

Vi ser av diagrammet at verdifunksjonen til Telenor (lederen/L) alltid er større enn verdifunksjonen til NetCom (inntrenger/F). I diagrammet ser det nesten ut som om funksjonene til foretakene er rette. Grunnen til at funksjonen til Telenor (lederen/L) ser relativt rett ut, er liten differanse mellom  $\bar{m}$  og  $m$ . Med liten differanse mellom  $\bar{m}$  og  $m$ , taper ikke lederen så mye på at inntrengeren kommer inn i markedet, og lederens verdifunksjon vil derfor øke konvekst i for alle verdier av  $R$ . Verdien på monopolmultiplikatoren  $\bar{m}$ , er regnet ut til å være 1,67 basert på våre inputdata om totalmarked og antall abonnenter for Telenor jfr. likning (1.40). Vi har regnet med at Telenor vil ha en markedsandel på 60 %, noe som er realistisk sett i forhold til GSM-markedet og konkurransesituasjonen i UMTS-markedet. Vi får derfor en relativt lav

monopolmultiplikator ettersom Telenor har en så stor markedsandel av totalmarkedet for UMTS tjenester også etter at inntrengeren har gått inn i markedet.

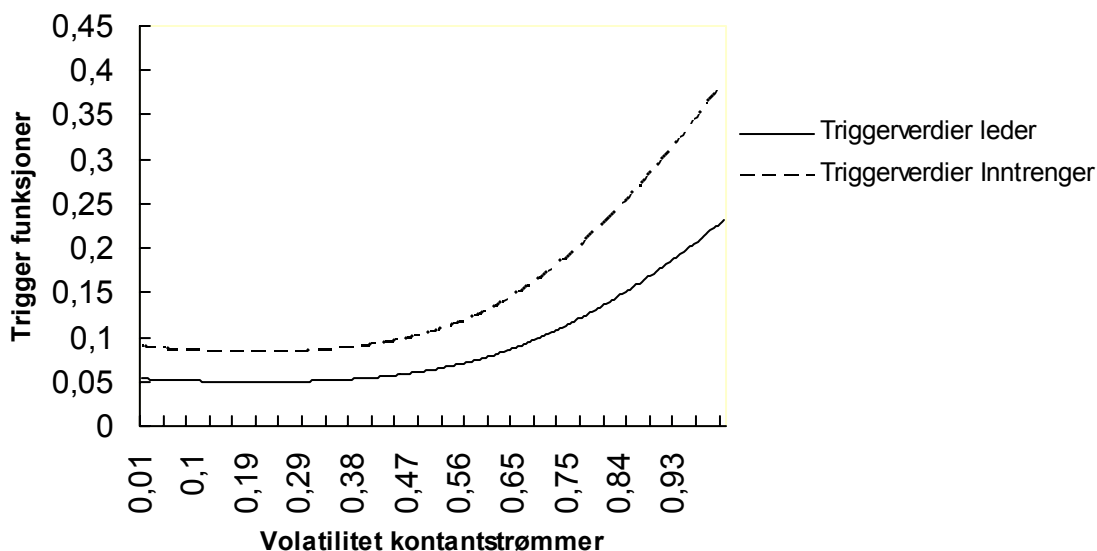
#### Leder og inntrenger sine verdifunksjoner ved varierende investeringskostnad



Parameterverdier:  $\sigma = 0,33$ ;  $\alpha = 0,62$ ;  $\delta_R = 0,05$ ;  $\delta_K = 0,056$ ;  $\rho = 0,57$ ;  $R = 0,252$ ;  $r = 0,055$ ;  $m = 1,5$ ;  $\bar{m} = 1,67$  og  $K$  varierer fra 0,001 til 23,8. Triggerverdiene er for NetCom (inntrenger),  $K_{NetCom}^* = 2,94550548$ , og Telenor (leder)  $K_{Telenor}^* = 4,918994152$ .

Når investeringskostnaden,  $K$  øker, vil verdifunksjonen til både Telenor og NetCom reduseres for lave verdier av  $K$ . Av diagrammet over ser vi at verdifunksjonen til Telenor (lederen/L) reagerer ganske likt på en økning i investeringskostnad,  $K$ , som NetCom sin verdifunksjon. Noe av grunnen til dette er differansen på monopolmultiplikatoren  $\bar{m}$  og den permanente markedsfordelen  $m$  til Telenor.

### Triggerfunksjonene sin sensitivitet for endringer i volatilitet i kontantstrømmer



Parameterverdier:  $\alpha = 0,62$ ;  $\delta_R = 0,05$ ;  $\delta_K = 0,056$ ;  $\rho = 0,57$ ;  $K = 8,3$ ;  $R = 0,252$ ;  $r = 0,055$ ;  $m = 1,5$ ;  $\bar{m} = 1,67$  og  $\sigma$  varierer fra 0,01 til 1,018.

Som vi ser av diagrammet vil både det kritiske triggerpunktet til Telenor (lederen/L) og NetCom (inntrenger/F) øke med økt usikkerhet i kontantstrøm. Dette er ikke et overraskende resultat ettersom økt usikkerhet fører til at begge foretakene vil velge å foreta den irreversible investeringen på et senere tidspunkt hvis usikkerheten i kontantstrøm øker. Av diagrammet ser vi også at Netcom (inntrenger/F) sine kritiske triggerverdier alltid er høyere enn Telenor (lederen/L) sine kritiske triggerverdier.

## 9 Oppsummering av resultater

I denne utredningen har vi gitt en grundig gjennomgang av UMTS-markedet i Norge, og hvordan tildelingen av konsesjoner forløp. Vi har også vært inne på hvilke implikasjoner valg av tildelingsform har. På bakgrunn av markedsgjennomgangen har vi identifisert en rekke realopsjonselementer i UMTS-markedet. Dette er ikke en fullstendig oversikt, men viser med stor tydelighet at ved å strukturere investeringsprosjekter på en riktig måte kan foretakene få tilgang til en fleksibilitet som kan vise seg å ha betydelig verdi. Å strukturere prosjekter etter en realopsjonsmetodikk er også konseptuelt klargjørende og kan bidra til en bedre økonomisk styring av større irreversible investeringsprosjekter ettersom flere dimensjoner av beslutningen blir belyst. Dette er dimensjoner tradisjonelle verdsettelsesteknikker ikke tar tilstrekkelig hensyn til.

Vi har benyttet fremgangsmåten til Paxson & Pinto (2003, 2004) og Broadie & Detemple (2004) til å forenkle problemet med to stokastiske prosesser, slik at vi får en ny stokastisk prosess. Vi har utledet lukket formel løsninger for både Telenor og NetCom og funnet uttrykk for triggerfunksjoner til begge foretak. Dette har vi gjort uten å forutsette risikonøytralitet eller pålegge investorer risikopreferanser ettersom vi gjør bruk av risikojusterte sannsynligheter, slik at vi kan benytte risikofri rente som diskonteringsrente. Forutsetningen om komplette markeder må imidlertid holde.

Videre har vi også begrunnet at Telenor Mobil vil opptre som leder, og at foretaket vil ha en lavere terskel med tanke på årlig kontantstrøm enn NetCom til å foreta den irreversible investeringen i UMTS-nettet. Vi begrunner også at NetCom har insentiver til å opptre som inntrenger i det norske markedet. Resultatene fra sensitivitetsanalysen vår er noe overraskende. Verdifunksjonen til Telenor og NetCom reagerer relativt likt på endringer i kontantstrøm og investeringskostnad. Grunnen til dette er at i det norske markedet er Telenor så dominerende at verdifunksjonen til Telenor ikke vil ha den karakteristiske formen som vi trodde foretaket ville ha, slik som for eksempel i Paxson & Pinto 2004. Hvis vi derimot endrer verdien på monopolmultiplikatoren  $\bar{m}$ , slik at differansen mellom  $m$  og  $\bar{m}$  øker, illustrerer vi den karakteristiske formen verdifunksjonen til et foretak i en duopolsituasjon vanligvis til ha. Grunnen til den karakteristiske formen på verdifunksjonen er at lederen vil ha monopol i UMTS-markedet over en tidsperiode samtidig som de også vil opparbeide seg en permanent markedsfordel over inntrengerene. I

vårt tilfelle er Telenor så dominerende også etter at NetCom går inn i markedet at verdifunksjonen ikke vil få den karakteristiske formen. Dette gir seg også utslag i når vi kjører en sensitivitetsanalyse ved å variere investeringskostnaden.

## 10 Forslag til utvidelser og videre forskning

Ved skriving av en slik utredning, er det alltid ting man kunne ønske man hadde bedre tid til å utforske, utvide analysen med flere elementer eller endre på ting man har gjort. Til slutt må man imidlertid sette en strek og si seg fornøyd. Vi vil dog komme med noen kommentarer til hvordan man kan utvide utredningen, og hva som eventuelt ville vært interessant å undersøke. En mulighet ville vært å benytte andre typer stokastiske prosesser for utviklingen i kontantstrøm og investeringskostnad. Her ville muligens en ”mean reversion” prosess, slik Schwartz & Moon (2000) benytter, vært mer realistisk å forutsette enn de geometriske Brownske bevegelsene vi gjør bruk av. Å ta hensyn til hvordan aktørenes frafall av inntekter i GSM-markedet ved lansering av UMTS-satsingen vil påvirke optimalt investeringstidspunkt, ville også vært av interesse å undersøke. Videre ville det være interessant å se nærmere på hvordan myndighetenes bruk av såkalte skjønnhetskonkurranser som tildelingsform gir opphav til realopsjoner for foretakene. Dette er et aspekt vi så vidt har berørt, men en nærmere og mer fokusert studie av dette momentet ville opplagt være av interesse både når det gjelder realopsjoner og fra et mer samfunnsmessig synspunkt. Å gå nærmere inn på de ulike realopsjonselementene vi avdekket i kapittel 7 er også noe som virker svært interessant. Særlig med tanke på hvilke realopsjoner virtuelle operatører har, eller kan konstruere, ettersom forfatterne har funnet svært lite litteratur rundt akkurat dette temaet.

I vår studie av det norske UMTS markedet har vi forutsatt at utviklingen i kontantstrøm ( $R_t$ ) og investeringskostnad ( $K_t$ ) følger geometriske Brownske bevegelser. For videre forskning kunne det være interessant å tolke  $R_t$  som differansen mellom estimerte inntekter foretakene oppnår i UMTS markedet og deres nåværende inntekter i GSM markedet, slik at vi får:  $R_t = \text{InntekterUMTS} - \text{InntekterGSM}$ . I dette tilfellet blir  $R_t$  fortolket som netto inntektsstrøm, der inntektstap fra GSM – nettet er inkludert som (alternativ) kostnad.

Videre vil det som alltid være aktuelt og søke å benytte det teoretiske rammeverket på mer realistiske eksempler. Relevante data og tall er svært vanskelig å oppdrive fra foretakene. Dette er datamateriale som betegnes som sensitivt og som svært sjelden er offentlig tilgjengelig. Foretakene er heller ikke særlig behjelpelig med å fremskaffe noen

som helst informasjon. En bør derfor søke å finne relevante problemstillinger og gjøre bruk av rammeverket for å illustrere prinsipper istedenfor å prøve prise selskaper eller opsjonselementer mest mulig riktig.



## 11 Litteraturliste

- Aase, M.T. 1996, "Økonomiske modeller for befraktere av mindre tørrlastskip: realopsjoner, hedging og valg av transportkonsept", *Spesialfagsoppgave ved høyere avdelings studium i økonomisk-administrative fag*, Norges Handelshøyskole
- Amram, M. & Kulatilaka, N. 1999, "Real Options: Managing Strategic Investment in an Uncertain World", *Harvard Business School Press, Boston*
- Amram, M. & Kulatilaka, N. 2000, "Strategy and Shareholder Value Creation: The Real Options Frontier", *Journal of Applied Corporate Finance*, Vol 15, No 2, 15-28
- Arnold, T. & Crack, T.F. 2000, "Option Pricing in the Real World: A Generalized Binomial Model with Applications to Real Options", [Online] <http://ssrn.com/abstract=240554>
- Bicher, M. A. & Bräutigam, J. & Esche, C. 2002, "Uncertainty as a key value driver of real options", [Online] <http://www.realoptions.org/papers2003/BraeutigamUncertainty.pdf>
- Binmore, K. & Klemperer, P. 2002, "The Biggest Auction Ever: The Sale Of The British 3G Telecom Licences", *The Economic Journal*, Vol 112, C74-C96, mars 2002
- Black, F. & Scholes, M. S. 1973, "The Pricing of Options and Corporate Liabilities", *Journal of Political Economy*, Vol 81, No 3, 637-654
- Borison A. 2003, 'Real Options Analysis: "Where are the Emperor's Clothes?"', *Draft – Stanford University*
- Brealey, R. A. & Myers, S. 2002, *Principles of Corporate Finance*, Irwin McGraw-Hill Education, Boston
- Brennan, M. J. & Schwartz, E. S. 1985, "Evaluating Natural Resource Investments", *Journal of Business*, Vol 58, No 2, 135-157
- Broadie, M. & Detemple, J. 1994, "The valuation of american options on multiple assets", *Boston University- Department of Finance & Economics: Center for Interuniversity Research and Analysis on Organization (CIRANO)*
- Bulan, L. & Mayer, C. & Sommerville, C.T. 2002, "Irreversible investment, real options and competition: Evidence from real estate development", *Graduate School of International Economics and Finance, Brandeis University, The Wharton School, University of Pennsylvania, University of British Columbia*
- Cellular News om UMTS [Online] <http://www.cellular-news.com/3G/>

- Chu, Y. & Sing, T.F. 2004, ” Investment Timing Games under Uncertainty”, *National University of Singapore, Department of Real Estate and National University of Singapore, Department of Real Estate*, [Online]  
[http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=586990](http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=586990)
- Citigroup 2002, [Online] <http://www.citigroup.com/citigroup/homepage>
- Clark, E. & Easaw, J. Z. 2003, “Optimal network access pricing for natural monopolies when costs are sunk and revenues are uncertain”, *Middlesex University Business School, London, University of Bath, Bath*
- Copland, T. & Antikarov, V. 2001, *Real Options: A Practitioner’s Guide*, Texere, New York
- Copland, T. & Koller, T. & Murrin, J. 2000, “*Valuation: Measuring and Managing the Value of Companies*”, John Wiley and Sons, New York
- Damoderan, A. 2002, “The promise and peril of Real Options”, *Working Paper – Stern School of Business –New York University*
- Dixit, A. & Pindyck, R. 1994, *Investment Under Uncertainty*, Princeton University press, Princeton, New Jersey
- Ehrhardt, M. C. & Gapenski, L. C. & Brigham, E. F. 1999, *Financial Management: Theory and Practice*, Harcourt Brace College Publishers
- Ericsson - Enhanced Data for Global Evolution 02.12.03 [Online]  
[http://www.ericsson.com/technology/tech\\_articles/EDGE.shtml](http://www.ericsson.com/technology/tech_articles/EDGE.shtml)
- Forsyth, P.A. & Halluin, Y.D. & Vetzal, K.R. 2003, ”Wireless network capacity investment”, *Draft version, University of Waterloo, Canada*
- Fransman, M. 2002, *Telecoms in the Internet age, From Boom to Bust to...?*, Oxford University Press, Oxford
- Gabrielsen T. S. & Vagstad S. 2003, *Why is on-net traffic cheaper than off-net traffic? Access markup as a collusive device and a barrier to entry*, SNF-arbeidsnotat nr 69/03
- Gao, L. & Sudarsanam P. S. 2003. “Value Creation in UK High Technology Acquisitions”, 2003
- Grenadier, S.R. 1996, “The Strategic Exercise of Options: Development Cascades and Overbuilding in Real Estate Markets”
- Hori, K. & Mizuono, K. 2004, “Network investment and competition with access to bypass”, *Ritsumeikan University, Kwansai Gakuin University*

- Harmanzis, F.C. & Tanguturi, V.P. 2004, "Delay in the expansion from 2.5G to 3G wireless networks: A real options approach", *ITS Conference 2004*
- Howell, S. et al. 2001, *Real Options: Evaluating Corporate Investment Opportunities in a Dynamic World*, Prentice Hall
- Hull, J. C. 2003, *Options, Futures, and Other Derivatives*, Pearson Education International, New Jersey
- Hutchison Whampoa Limited [Online] <http://www.hutchison-whampoa.com/eng/telecom/overview.htm>
- Iatropoulos, A.D. & Economides, A.A. & Angelou, G.N. 2004, "Broadband investments analysis using real options methodology", *Communications & strategies*, no. 55, 3<sup>rd</sup> quarter 2004, p.45
- Imai, J. & Watanabe, T. 2004, "A two-stage investment game in real option analysis", *Abstract, Iwate Prefectural University, Tokyo Metropolitan University*
- Ingersoll, J.E.Jr. & Ross, S.A. 1992, "Waiting to Invest: Investment and Uncertainty" ITavisen.no [Online] <http://www.itavisen.no/>
- Jehiel, P. & Moldovanu, B. 2000, "License Auctions and Market Structure", *Sonderforschungsbereich 504 Publications 01-21, University of Mannheim* Sonderforschungsbereich 504, Universität Mannheim, [Online] <http://ideas.repec.org/p/xrs/sfbmaa/01-21.html>.
- Jehiel, P. & Moldovanu, B. 2001, "The European UMTS/IMT-2000 Licence Auctions", *CEPR Discussion Papers 2810*, [Online] <http://ideas.repec.org/p/cpr/ceprdp/2810.html>.
- Klemperer, P. & Gilbert, R. 2000, "An Equilibrium Theory of Rationing", *RAND Journal of Economics*, [Online] [http://www.nuff.ox.ac.uk/users/klemperer/rand\\_Gilbert.pdf](http://www.nuff.ox.ac.uk/users/klemperer/rand_Gilbert.pdf).
- Klemperer, P. 2000, "Auction theory: a guide to the literature", *Introductory chapter to The Economic Theory of Auctions*, P. Klemperer (ed.), Edward Elgar (pub.), 2000, [Online] <http://www.nuff.ox.ac.uk/users/klemperer/Survey.pdf>.
- Klemperer, P. 2001, "What Really Matters In Auction Design", [Online] <http://www.paulklemperer.org>
- Klemperer, P. 2002, 'What Really Matters In Auction Theory' *Journal of Economic Perspectives*, Vol 16
- Klemperer, P. & Bulow, J. 2002, "Prices and the Winner's Curse", *Rand Journal of Economics*, 2002, [Online] <http://www.nuff.ox.ac.uk/users/klemperer/PricesWinnersCurse.pdf>.

- Klemperer, P. 2002, "How not to run auctions: The European 3G telecom auctions", *European Economic Review* 2002, [Online] <http://www.paulklemperer.org>
- Klemperer, P. 2002, "Some observations on the British and German 3G telecom auctions", [Online] <http://www.paulklemperer.org>
- Kulatilaka, N. & Lin, L. 2004, "Strategic investment in technology standards", *Boston University*
- Luehrman, T. A. 1997, "What's It Worth? A General Manager's Guide to Valuation", *Harvard Business Review*, 1997, mai-juni, 132-142
- Luehrman, T. A. 1999, "Investment Opportunities as Real Options: Getting Started on the Numbers", *Harvard Business Review*, 1998, juli-august, 3-15
- McDonald, R. & Siegel, D. 1984, "Option Pricing When the Underlying Asset Earns a Below-Equilibrium Rate of Return", *A Note Journal of Finance* 39, no. 1: 261-265
- McDonald, R. & Siegel, D. 1985, "Investment and the Valuation of Firms When There is an Option to Shut Down", *International Economic Review* 26, no. 2: 331-349
- McDonald, R. & Siegel, D. 1986, "The Value of Waiting to Invest", *Quarterly Journal of Economics* 101, no. 4
- Miltersen, K.R. 2003, "Mathematical methods and models in finance", *SimCorp AS, Norwegian School of Economics and Business Administration*
- Moel, A. & Tufano, P. 2000, "Bidding for the Antamina Mine", *Project Flexibility, Agency, and Competition*, 2000, Oxford University Press
- Muratore, F. (ed) 2001, *UMTS Mobil Communications for the Future*, John Wiley & Sons, LTD, Chichester
- Myers S. 1977, "Determinants of Corporate Borrowing", *Journal of Financial Economics*, No 5, 147-175
- Mæland, J. 2002, "Combining asymmetric information methods and imperfect competition with options methods", *International Symposium on insurance and finance Norwegian School of Economics and Business Administration, Bergen*
- Nærings- og Handelsdepartementet, en forstudie juni 2002 *Konvergering av trådløse nett* [Online] <http://odin.dep.no/archive/nhdvedlegg/01/03/Konve041.pdf>
- NetCom GSM AS [Online] <http://www.netcom.no>
- Pak, T.-Y. & Bue, A. 2000, "Verdssettelse av UMTS i Norge", *Siviløkonomutredning ved NHH, Bergen*

- Paxson, D. & Pinto, H. 2003, "Competition games in duopoly settings with two stochastic factors", *Realoptions Conference*, [Online]  
<http://www.realoptions.org/papers2003/PintoRealOptionConf.pdf>
- Paxson, D. & Pinto, H. 2003, "Third generation mobile games: An application of real competition options", [Online]  
<http://www.realoptions.org/papers2004/PintoPaxson2004.pdf>
- Pindyck, R. S. & Rubinfeld, D. L. 1997, *Microeconomics*, Prentice-Hall Inc, New Jersey
- Pindyck, R. S. 1991, 'Irreversibility, Uncertainty, and Investment', *Journal of Economic Literature*, Vol 29, No 3, 1110-1148
- Pindyck, R. S. 2003, "Mandatory Unbundling and Irreversible Investment in Telecom Networks", *Working Paper at Massachusetts Institute of Technology*, 4453-03
- Post og Teletilsynet [Online] <http://www.npt.no>
- Quigg, L. 1993, "Empirical testing of real option pricing models", *Journal of Finance XLVIII (2)*
- Roche, H. 2003, "The optimal value of waiting to invest", *Realoptions.org*, 2003, [Online] <http://www.realoptions.org/papers2003/hroche.pdf>.
- Rosvold, G. O. 2004, *Tallsystemer*, TISIP/HIST, Sør Trøndelag [Online]  
[http://www.aitel.hist.no/fag/dmt/lek01/03\\_tallsystemer.pdf](http://www.aitel.hist.no/fag/dmt/lek01/03_tallsystemer.pdf)
- Schwartz, E.S. & Moon, M. 2000, "Rational pricing of internet companies", *Association for Investment Management and Research*, 2000, [Online]  
<http://www.fullerthaler.com/ResearchLibrary/rationalpricing.pdf>
- Schwartz, E.S. & Zozaya, G.C. 2000, "Valuation of Information Technology Investments as Real Options", *AFA 2001 New Orleans Meetings*, [Online]  
<http://ssrn.com/abstract=246576>
- Samferdselsdepartementet, 07.02.03 pressemelding [Online]  
<http://odin.dep.no/sd/norsk/aktuelt/presse/028021-070057/index-dok000-b-n-a.html>
- Samferdselsdepartementet, 19.09.03 pressemelding [Online]  
<http://odin.dep.no/sd/norsk/aktuelt/presse/028021-070078/index-dok000-b-n-a.html>
- Samferdselsdepartementet, konsesjoner for telekommunikasjon [Online]  
<http://odin.dep.no/sd/norsk/telekommunikasjon/028021-990042/index-dok000-b-n-a.html>

- Samferdselsdepartementet, stortingsmelding nummer 44 (2002-2003) [Online]  
<http://odin.dep.no/kkd/norsk/publ/stmeld/043001-040004/index-dok000-b-n-a.html>
- Seime, G. R. 1999, *Konkurransen I det norske mobiltelefonimarkedet*, SNF-rapport nr 49/99
- Skundberg, O. Forelesningsnotater til S0352 ved HIST [Online]  
[http://www.aitel.hist.no/fag/\\_ksd/notater/notat-6pp/kap1-ksd.pdf](http://www.aitel.hist.no/fag/_ksd/notater/notat-6pp/kap1-ksd.pdf)
- Smit, H.T.J. & Trigeorgis, L. 2004, "Quantifying the strategic option value of technology investments", *Realoptions.org 2004*, [Online]  
<http://www.realoptions.org/papers2004/SmitTrigeorgisAMR.pdf>.
- Smith, J. E. & Nau, R. F. 1995, 'Valuing Risky Projects: Option Theory and Decision Analysis', *Management Science*, Vol 41, No 5, 795-816
- Smith, H.T.J 2003, "Infrastructure investment as a real options game: The case of European airport expansion", *Financial Management Winter 2003*, *Erasmus University, The Netherlands*
- Statistisk sentralbyrå 2004 [Online] <http://www.ssb.no/>
- Telenor Mobil AS [Online] <http://telenormobil.no/>
- Teletopia AS, [Online] <http://www.teletopia.no/>
- Trigeorgis, L. & Mason, S. P. 1987, 'Valuing Managerial Flexibility', *Midland Corporate Finance Journal*, Vol 5, No 1, 14-21
- Trigeorgis, L. 1999, 'Real Options: A Primer', *The New Investment Theory of Real Options and its Implication for Telecommunications Economics*, Kluwer Academic Publishers, Boston, 3-33
- Trigeorgis, L. 2002, 'Real Options and Investment Under Uncertainty: What Do We Know?' *Working Paper for National Bank of Belgium*, No 22, mai 2002
- Varian, H.R. 2001, "High-Technology industries and market structure", *Federal Reserve Bank of St. Louis, Jackson Hole Symposium, University of California, Berkeley*
- Worren, T.A. 2004, "Ja takk-begge deler H2U", *Powerpoint presentasjon, Telenor FOU*
- Yongqiang, C. & Foo, S.T. 2004, "Investment Timing Game Under Asymmetric Duopoly", *National University of Singapore-Department of Real Estate*, [Online]  
<http://ssrn.com/abstract=586984>

## 12 Appendiks

I appendiks har vi vist alle utregninger og mellomregninger, som ikke er vist i utledningen av modellen i kapittel 8. Vi har ikke tatt med kommentarer til mellomregningene. For kommentarer henviser vi til utledningen av modellen i kapittel 8.

Foretar derivasjoner av den tidshomogene funksjonen  $f(R_t, K_t)$  likning (1.7):

$$\frac{\partial f}{\partial R_t} = \frac{1}{K_t}$$

$$\frac{\partial f}{\partial K_t} = -\frac{R_t}{K_t^2}$$

$$\frac{\partial^2 f}{\partial R_t^2} = 0$$

$$\frac{\partial^2 f}{\partial K_t^2} = \frac{2R_t}{K_t^3}$$

Siden vi har to geometriske Brownske bevegelser må vi kryssderivere:

$$\frac{\partial^2 f}{\partial R \partial K} = -\frac{1}{K_t^2}$$

Siden  $R_t$  og  $K_t$  er stokastiske variabler og følger separate geometriske Brownske bevegelser kan vi benytte Itô's lemma:

$$\begin{aligned} df &= \frac{\partial f}{\partial R_t} dR_t + \frac{\partial f}{\partial K_t} dK_t + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 f}{\partial R^2} (dR_t)^2 + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 f}{\partial K^2} (dK_t)^2 + \frac{\partial^2 f}{\partial R \partial K} dR_t dK_t \\ &= \frac{1}{K_t} dR_t - \frac{R_t}{K_t^2} dK_t + \frac{1}{2} \frac{2R_t}{K_t^3} (dK_t)^2 - \frac{1}{K_t^2} dR_t dK_t \\ &= \frac{1}{K_t} dR_t - \frac{R_t}{K_t^2} dK_t + \frac{R_t}{K_t^3} \alpha^2 K_t^2 dt - \frac{1}{K_t^2} \sigma \alpha \rho R_t K_t dt \\ &= \frac{1}{K_t} dR_t - \frac{R_t}{K_t^2} dK_t + \frac{R_t}{K_t} \alpha^2 dt - \frac{R_t}{K_t} \sigma \alpha \rho dt \end{aligned}$$

hvor  $dt \cdot dt = dt \cdot dW(t) = dW(t) \cdot dt = 0$ ,  $dW(t) \cdot dW(t) = dt$

$$(dR_t)^2 = \sigma^2 R_t^2 dt$$

$$(dK_t)^2 = \alpha^2 K_t^2 dt$$

Den Brownske bevegelsen  $dZ_t^R$  fra likning (1.1) er korrelert med  $dZ_t^K$  fra likning (1.2). Vi lar  $W_t^1$  og  $W_t^2$  være uavhengige Brownske bevegelser slik at vi kan skrive:

$$\begin{aligned} Z_t^R &= W_t^1 \\ Z_t^K &= \rho W_t^1 + \sqrt{1-\rho^2} W_t^2 \end{aligned}$$

Dette resultatet stammer fra *Cholesky decomposition*. Se for eksempel McDonald 2003 Derivatives Markets. Korrelasjonen mellom  $Z_t^R$  og  $Z_t^K$  er gitt ved:

$$\begin{aligned} E[Z_t^R Z_t^K] &= \rho E[W_t^{R^2}] + \sqrt{1-\rho^2} E[W_t^R W_t^K] \\ &= \rho t + 0 \end{aligned}$$

Det andre leddet på høyre side av likhetstegnet er null fordi  $W_t^R$  og  $W_t^K$  er uavhengige. Vi sier at korrelasjonen mellom  $dZ_t^R$  og  $dZ_t^K$  er  $\rho dt$ .

Vi har tidligere definert  $Y_t \equiv \frac{R_t}{K_t}$ . Setter inn for  $dR_t$  og  $dK_t$  i den nye bevegelsen:

$$\begin{aligned} df &= \frac{1}{K_t} dR_t - \frac{R_t}{K_t^2} dK_t + Y_t \alpha^2 dt - Y_t \sigma \alpha \rho dt \\ &= \frac{1}{K_t} [(r - \delta_R) R_t dt + \sigma R_t dZ_t^{*R}] - \frac{R_t}{K_t^2} [(r - \delta_K) K_t dt + \alpha K_t dZ_t^{*K}] + Y_t \alpha^2 dt - Y_t \sigma \alpha \rho dt \\ &= (r - \delta_R) Y_t dt + \sigma Y_t dZ_t^{*R} - (r - \delta_K) Y_t dt - \alpha Y_t dZ_t^{*K} + Y_t \alpha^2 dt - Y_t \sigma \alpha \rho dt \\ &= Y_t [(r - \delta_R) - (r - \delta_K) + \alpha^2 - \sigma \alpha \rho dt] dt + Y_t [\sigma dZ_t^{*R} - \alpha dZ_t^{*K}] \end{aligned}$$

Vi innfører variablene  $\delta_Y$ ,  $\sigma_Y^2$  og  $dZ_t^{*Y}$  som er definert ved:

$$\begin{aligned} \delta_Y &= \delta_R + r - \delta_K - \alpha^2 + \sigma \alpha \rho \\ dZ_t^{*Y} &= \frac{\sigma dZ_t^{*R} - \alpha dZ_t^{*K}}{\sigma_Y} \\ \sigma_Y^2 &= \sigma^2 + \alpha^2 - 2\rho\sigma\alpha \end{aligned}$$

Etter noen forkortinger får vi:

$$dY_t = Y_t [rdt - (\delta_R + r - \delta_K - \alpha^2 + \sigma \alpha \rho) dt] + \sigma_Y \frac{\sigma dZ_t^{*R} - \alpha dZ_t^{*K}}{\sigma_Y}$$



Som kan skrives som:

$$dY_t = (r - \delta_Y)Y_t dt + \sigma_Y Y_t dZ_t^{*Y} \quad (1.42)$$

Eventuelt kan prisprosessen skrives på integralform:

$$Y_t - Y_0 = \int_0^t (r - \delta_Y)Y_t dt + \int_0^t \sigma_Y Y_t dZ_t^{*Y}$$

Benytter Itô's lemma på likning (1.42) for å finne differensiallikningen til  $w(y)$ :

$$dw = \left[ \frac{1}{2} w''(y) \sigma_Y^2 Y_t^2 + w'(y)(r - \delta_Y)Y_t \right] dt + w'(y)Y_t dZ_t^Y$$

Vi vet at forventet verdi på en Wienerprosess er null. Vi finner forventningen og setter lik risikofri avkastning:

$$\begin{aligned} E^Q \left( \frac{dw}{dt} \right) &= \frac{1}{2} w''(y) \sigma_Y^2 y^2 + w'(y)(r - \delta_Y)y = rw \\ &= \frac{1}{2} \sigma_Y^2 y^2 w''(y) + (r - \delta_Y)yw'(y) - rw = 0 \end{aligned} \quad (1.43)$$

Setter inn for  $A$  i den deriverte i likning (1.16), og løser for triggerverdien  $\hat{Y}_F$  slik at vi får:

$$\beta_1 \left( \frac{\hat{Y}_F}{\delta_R} - 1 \right) \hat{Y}_F^{-\beta_1} \hat{Y}_F^{-\beta_1 - 1} = \frac{1}{\delta_R}$$

$$\beta_1 \left( \frac{\hat{Y}_F}{\delta_R} - 1 \right) \frac{1}{\hat{Y}_F} = \frac{1}{\delta_R}$$

$$\left( \frac{1}{\delta_R} - \frac{1}{\hat{Y}_F} \right) \beta_1 = \frac{1}{\delta_R}$$

$$\frac{\beta_1}{\delta_R} - \frac{1}{\delta_R} = \frac{\beta_1}{\hat{Y}_F}$$

$$\hat{Y}_F \left( \frac{\beta_1}{\delta_R} - \frac{1}{\delta_R} \right) = \frac{\beta_1}{\hat{Y}_F} \hat{Y}_F$$

$$\hat{Y}_F = \frac{\beta_1}{\left( \frac{\beta_1 - 1}{\delta_R} \right)}$$

Slik at løsningen for den kritiske triggerverdien til inntrengeren (NetCom) blir:

$$Y_F^* = \frac{\beta_1}{\beta_1 - 1} \delta_R \quad (1.44)$$

Lederens verdifunksjon for tilstand 2 og 3

Vi setter inn for  $g(Y)$ , likning (1.29) og  $h(Y)$ , likning (1.24), i likningen (1.20) og får:

$$\begin{aligned} p^L(y) &= -\frac{Y_F^{1-\beta_1} \bar{m}}{\delta_R} y^{\beta_1} + \frac{y \bar{m}}{\delta_R} + \left( \frac{y}{Y_F^*} \right)^{\beta_1} \frac{Y_F^* m}{\delta_R} - 1 \\ &= \frac{1}{\delta_R} \left[ y \bar{m} - Y_F^{1-\beta_1} \bar{m} y^{\beta_1} \right] + \left( \frac{y}{Y_F^*} \right)^{\beta_1} \frac{Y_F^* m}{\delta_R} - 1 \\ &= \frac{1}{\delta_R} \left[ y \bar{m} - Y_F^* \bar{m} Y_F^{-\beta_1} y^{\beta_1} \right] + \left( \frac{y}{Y_F^*} \right)^{\beta_1} \frac{Y_F^* m}{\delta_R} - 1 \\ &= \frac{1}{\delta_R} \left[ y \bar{m} - Y_F^* \bar{m} \frac{1}{Y_F^{\beta_1}} y^{\beta_1} \right] + \left( \frac{y}{Y_F^*} \right)^{\beta_1} \frac{Y_F^* m}{\delta_R} - 1 \\ &= \frac{1}{\delta_R} \left[ y \bar{m} - Y_F^* \bar{m} \left( \frac{y}{Y_F^*} \right)^{\beta_1} \right] + \left( \frac{y}{Y_F^*} \right)^{\beta_1} \frac{Y_F^* m}{\delta_R} - 1 \\ &= \frac{1}{\delta_R} \left[ y - Y_F^* \left( \frac{y}{Y_F^*} \right)^{\beta_1} \right] \bar{m} + \left( \frac{y}{Y_F^*} \right)^{\beta_1} \frac{Y_F^* m}{\delta_R} - 1 \\ &= \frac{1}{\delta_R} \left[ y - \left( \frac{y}{Y_F^*} \right)^{\beta_1} \right] \bar{m} + \left( \frac{y}{Y_F^*} \right)^{\beta_1} \frac{Y_F^* m}{\delta_R} - 1 \\ &= \frac{1}{\delta_R} y \bar{m} \left[ 1 - \left( \frac{1}{Y_F^*} \right)^{\beta_1} \right] + \left( \frac{y}{Y_F^*} \right)^{\beta_1} \frac{Y_F^* m}{\delta_R} - 1 \end{aligned}$$

Gitt investering på tidspunkt null for inntrenger. Vi har tidligere utledet triggerfunksjonen,  $Y_F^*$ , til inntrengeren og kan sette inn for den, samtidig som vi ordner leddene:

$$\begin{aligned} p^L(y) &= \frac{1}{\delta_R} \bar{m} \left[ y - Y_F^* \left( \frac{y}{Y_F^*} \right)^{\beta_1} \right] + \left( \frac{y}{Y_F^*} \right)^{\beta_1} \frac{Y_F^* m}{\delta_R} - 1 \\ &= \frac{\bar{m}}{\delta_R} \left[ y - Y_F^* \left( \frac{y}{Y_F^*} \right)^{\beta_1} \right] + \left( \frac{y}{Y_F^*} \right)^{\beta_1} \frac{Y_F^* m}{\delta_R} - 1 \\ &= \frac{\bar{m}}{\delta_R} y - \bar{m} \frac{\beta_1}{\beta_1 - 1} \left( \frac{y}{Y_F^*} \right)^{\beta_1} + \left( \frac{y}{Y_F^*} \right)^{\beta_1} \frac{\beta_1}{\beta_1 - 1} m - 1 \\ &= \frac{\bar{m}}{\delta_R} y + \left( \frac{y}{Y_F^*} \right)^{\beta_1} \frac{\beta_1}{\beta_1 - 1} (m - \bar{m}) - 1 \end{aligned}$$

Tilstand 1:

Betingelsen som sier at som sier at helning på funksjonen til opsjonsverdien og payoff funksjonen må være lik kalles *Smooth pasting* vilkåret:

$$x^L(\hat{Y}_L) = \left( \frac{\hat{Y}_L}{Y_F^*} \right)^{\beta_1} \frac{\beta_1}{\beta_1 - 1} (m - \bar{m}) + \frac{\bar{m}}{\delta_R} \hat{Y}_L - 1$$

$$x^L(\hat{Y}_L) = \left( \frac{\hat{Y}_L}{Y_F^*} \right)^{\beta_1 - 1} \beta_1 \frac{\beta_1}{\beta_1 - 1} (m - \bar{m}) \frac{1}{Y_F^*} + \frac{\bar{m}}{\delta_R}$$

$$= \left( \frac{\hat{Y}_L}{Y_F^*} \right)^{\beta_1 - 1} \frac{\beta_1^2}{Y_F^* (\beta_1 - 1)} (m - \bar{m}) + \frac{\bar{m}}{\delta_R}$$

Vi løser for konstanten  $C$  siden  $D = 0$  og får:

$$C \hat{Y}_L^{\beta_1} = \left( \frac{\hat{Y}_L}{Y_F^*} \right)^{\beta_1} \frac{\beta_1}{\beta_1 - 1} (m - \bar{m}) + \frac{\bar{m}}{\delta_R} \hat{Y}_L - 1$$

$$C = \left( \left( \frac{\hat{Y}_L}{Y_F^*} \right)^{\beta_1} \frac{\beta_1}{\beta_1 - 1} (m - \bar{m}) + \frac{\bar{m}}{\delta_R} \hat{Y}_L - 1 \right) \hat{Y}_L^{-\beta_1}$$

Vi deriverer likning (1.32) med hensyn på  $Y_L^*$ , setter inn for  $C$  som vi fant i (1.35) og setter dette uttrykket lik likning (1.34) og får:

$$\left( \left( \frac{\hat{Y}_L}{Y_F^*} \right)^{\beta_1} \frac{\beta_1}{\beta_1 - 1} (m - \bar{m}) + \frac{\bar{m}}{\delta_R} \hat{Y}_L - 1 \right) \hat{Y}_L^{-\beta_1} \beta_1 \hat{Y}_L^{\beta_1 - 1} = \left( \frac{\hat{Y}_L}{Y_F^*} \right)^{\beta_1 - 1} \frac{\beta_1^2}{Y_F^* (\beta_1 - 1)} (m - \bar{m}) + \frac{\bar{m}}{\delta_R} \quad (1.45)$$

For å finne triggerverdien til lederen (Telenor) løser vi likning (1.36) for  $\hat{Y}_L$  og får:

$$\left( \left( \frac{\hat{Y}_L}{Y_F^*} \right)^{\beta_1} \frac{\beta_1}{\beta_1 - 1} (m - \bar{m}) + \frac{\bar{m}}{\delta_R} \hat{Y}_L - 1 \right) \frac{1}{\hat{Y}_L} \beta_1 = \left( \frac{\hat{Y}_L}{Y_F^*} \right)^{\beta_1 - 1} \frac{\beta_1^2}{Y_F^* (\beta_1 - 1)} (m - \bar{m}) + \frac{\bar{m}}{\delta_R}$$

$$\frac{1}{\hat{Y}_L} \left( \frac{\hat{Y}_L}{Y_F^*} \right)^{\beta_1} \frac{\beta_1^2}{\beta_1 - 1} (m - \bar{m}) + \frac{\bar{m}}{\delta_R} \beta_1 - \frac{1}{\hat{Y}_L} \beta_1 = \left( \frac{\hat{Y}_L}{Y_F^*} \right)^{\beta_1 - 1} \frac{\beta_1^2}{Y_F^* (\beta_1 - 1)} (m - \bar{m}) + \frac{\bar{m}}{\delta_R}$$

Multipliserer med  $\hat{Y}_L$  på begge sider av likhetstegnet og får:

$$\begin{aligned} \frac{1}{\hat{Y}_L} \left( \frac{\hat{Y}_L}{Y_F^*} \right)^{\beta_1} \frac{\beta_1^2}{\beta_1 - 1} (m - \bar{m}) + \frac{\bar{m}}{\delta_R} \beta_1 - \frac{1}{\hat{Y}_L} \beta_1 &= \left( \frac{\hat{Y}_L}{Y_F^*} \right)^{\beta_1 - 1} \frac{\beta_1^2}{Y_F^* (\beta_1 - 1)} (m - \bar{m}) + \frac{\bar{m}}{\delta_R} \hat{Y}_L \\ \left( \frac{\hat{Y}_L}{Y_F^*} \right)^{\beta_1} \frac{\beta_1^2}{\beta_1 - 1} (m - \bar{m}) + \frac{\bar{m}}{\delta_R} \beta_1 \hat{Y}_L - \beta_1 - \frac{\bar{m}}{\delta_R} \hat{Y}_L &= \left( \frac{\hat{Y}_L}{Y_F^*} \right)^{\beta_1} \frac{\beta_1^2}{\beta_1 - 1} (m - \bar{m}) \\ \frac{\bar{m}}{\delta_R} \beta_1 \hat{Y}_L - \frac{\bar{m}}{\delta_R} \hat{Y}_L &= \beta_1 \\ \hat{Y}_L \bar{m} \frac{(\beta_1 - 1)}{\delta_R} &= \beta_1 \\ \hat{Y}_L &= \frac{\beta_1}{\bar{m} \frac{(\beta_1 - 1)}{\delta_R}} \end{aligned}$$

Vi finner verdifunksjonen  $x^L(y)$  til lederen (Telenor) i dette intervallet ved å løse for  $C$  og sette inn for  $C$  i likning (1.32). Vi vet at  $D = 0$ , og får:

$$\begin{aligned} &= \left( \left( \frac{\hat{Y}_L}{Y_F^*} \right)^{\beta_1} \frac{\beta_1}{\beta_1 - 1} (m - \bar{m}) + \frac{\bar{m}}{\delta_R} \hat{Y}_L - 1 \right) \hat{Y}_L^{-\beta_1} y^{\beta_1} \\ &= \left( \left( \frac{\hat{Y}_L}{Y_F^*} \right)^{\beta_1} \frac{\beta_1}{\beta_1 - 1} (m - \bar{m}) + \frac{\beta_1}{\beta_1 - 1} - 1 \right) \left( \frac{y}{\hat{Y}_L} \right)^{\beta_1} \\ &= \left( \frac{y}{Y_F^*} \right)^{\beta_1} \frac{\beta_1}{\beta_1 - 1} (m - \bar{m}) + \frac{\beta_1}{\beta_1 - 1} \left( \frac{y}{\hat{Y}_L} \right)^{\beta_1} - \left( \frac{y}{\hat{Y}_L} \right)^{\beta_1} \end{aligned}$$

**PUBLIKASJONER INNEN TELEØKONOMI 1998 –**

- Tor Olav Gabrielsen  
Eivind Thorsteinsen  
*Identifisering av realopsjonselementer innen UMTS markedet og irreversible investeringer under asymmetrisk duopol*  
SNF-rapport nr. 12/2005, Bergen
- Jan Yngve Sand  
*Input price discrimination with heterogenous sub-markets*  
SNF-Working Paper No. 69/2004, Bergen
- Mette Bjørndal  
Kurt Jørnsten  
*Cost Allocation and Pricing in a Supply Chain  
An Application of Aumann-Shapley Prices*  
SNF-Working Paper No. 58/2004, Bergen
- Andre Berg Edvardsen  
*Børsprising og –avkastning for norske IKT-selskaper*  
SNF-rapport nr. 16/2004, Bergen
- Kåre P. Hagen  
Bjørn Hansen  
Steinar Vagstad  
*Synergies and non-discriminatory access pricing*  
SNF-Working Paper No. 50/2004, Bergen
- Øystein Gjerde  
Kjell Henry Knivsflå  
Frode Sættem  
*The value relevance of financial reporting on the Oslo Stock Exchange*  
SNF-Working Paper No. 50/2003, Bergen
- Leif Jarle Gressgård  
Inger Stensaker  
*Future Mobile Internet Services: Business Model Scenarios*  
SNF-Report No. 08/2004, Bergen
- Øystein Foros  
Hans Jarle Kind  
Jan Yngve Sand  
*Do Internet Incumbents Choose Low Interconnection Quality?*  
SNF-Working paper No. 20/2004, Bergen
- Tommy S. Gabrielsen  
Steinar Vagstad  
*Why is on-net traffic cheaper than off-net traffic? Access markup as a collusive device and a barrier to entry*  
SNF-Working paper No. 69/2003, Bergen
- Mette Bjørndal  
Kurt Jørnsten  
*Pricing in Iterative Combinatorial Auctions*  
SNF-Working paper No. 68/2003, Bergen
- Herbjørn Nysveen  
Helge Thorbjørnsen  
Per E. Pedersen  
*Effects of WebTV on Consumer-Brand Relationships*  
SNF-Working paper No. 45/2003, Bergen
- Leif Jarle Gressgård  
Leif B. Methlie  
Inger Stensaker  
*Mobile Internet Services:  
Integration Models and Structural Determinants*  
SNF-Report No. 36/2003, Bergen
- Hagen, Kåre P.  
Ola Nafstad  
*Telepolitikk i Europa*  
SNF-rapport nr. 27/2003, Bergen
- Per E. Pedersen  
Herbjørn Nysveen  
Helge Thorbjørnsen  
*Identity expression in the adoption of mobile services:  
The case of multimedia messaging services*  
SNF-Working paper No. 26/2003, Bergen

- Herbjørn Nysveen  
Per E. Pedersen  
Helge Thorbjørnsen
- Using mobile services to strengthen brand relationships:  
The effects of SMS and MMS channel additions on brand  
knowledge, satisfaction, loyalty and main channel use.*  
SNF-Report No. 22/2003, Bergen
- Stemsrudhagen, Jan Ivar
- The structure of balanced scorecard:  
Empirical evidence from Norway.*  
SNF-Working paper No. 24/2003, Bergen
- Stemsrudhagen, Jan Ivar
- The balanced scorecard and leadership:  
The system's (ir)relevance in an uncertain world.*  
SNF-Working paper No. 23/2003, Bergen
- Spiller, Pablo T.  
Ulset, Svein
- Why Local Loop Unbundling Fails?*  
SNF-Working paper No. 87/2002, Bergen
- Ulset, Svein
- The Rise and Fall of Global Network Alliances.  
Success or Failure?*  
SNF-Working paper No. 86/2002, Bergen
- Ulset, Svein
- The Disintegration of Network Externalities Industries.  
The Computer and the Telecommunications Equipment  
Industries.*  
SNF-Working paper No. 85/2002, Bergen
- Ulset, Svein
- Restructuring Diversified Telecom Operators.*  
SNF-Report No. 57/2002, Bergen
- Ulset, Svein
- Corporate versus Contractual Knowledge Transfer to  
Foreign Operations. The Case of Mobile Network  
Operators.*  
SNF-Report No. 56/2002, Bergen
- Andersson, Kjetil  
Fjell, Kenneth  
Foros, Øystein
- Are TV-viewers and surfers different breeds?  
Broadband demand and asymmetric cross-price effects.*  
SNF-Working paper No. 14/2003, Bergen
- Stemsrudhagen, Jan Ivar
- The causality of strategic control:  
three-level construction of causality.*  
SNF-Working paper No. 77/2002, Bergen
- Barros, Pedro  
Kind, Hans Jarle  
Nilssen, Tore  
Sørgard, Lars
- Media competition when the audience dislikes advertising:  
A theory of vertical alliance on the Internet.*  
SNF-Working paper No. 79/2002, Bergen.

- Pedersen, Per E.  
Nysveen, Herbjørn  
*The adoption of a mobile parking service: Instrumentality and expressiveness.*  
SNF-Working paper No. 76/2002, Bergen
- Foros, Øystein  
Kind, Hans Jarle  
*Økonomiske aspekter ved Internettets markedsstruktur.*  
SNF-arbeidsnotat nr. 74/2002, Bergen.
- Nysveen, Herbjørn  
Pedersen, Per E.  
*Individual and cross media communication in converging media environments: A review of research on the antecedents and effects of communication using various media in marketing contexts.*  
SNF-Working paper No. 65/2002, Bergen
- Pedersen, Per E.  
Nysveen, Herbjørn  
Thorbjørnsen, Helge  
*The adoption of mobile services: A cross service study.*  
SNF-Report No. 31/2002, Bergen
- Jensen, Sissel  
Sannarnes, Jan Gaute  
*Prisregulering av et telenettverk: Prinsipiell analyse med særlig fokus på avkastnings- og pristaksregulering.*  
SNF-Report No. 37/2002, Bergen
- Stemsrudhagen, Jan Ivar  
*Creative SMC in a Norwegian ICT company: managerial interaction with sources of realised strategies.*  
SNF-Report No. 26/2002, Bergen
- Stemsrudhagen, Jan Ivar  
*Strategic control systems in action: managers' use of information devices in creational and institutionalising work.*  
SNF-Working paper No. 38/2002, Bergen
- Pedersen, Per E.  
*The adoption of text messaging services among Norwegian teens: development and test of an extended adoption model.*  
SNF-Report No. 23/2002, Bergen.
- Foros, Øystein  
Kind, Hans Jarle  
Sand, Jan Yngve  
*Do Incumbents Have Incentives to Degrade Interconnection Quality in the Internet?*  
SNF-Working paper No. 22/2002, Bergen.
- Fjell, Kenneth  
*Elasticity based pricing rules in telecommunications – a cautionary note*  
SNF-Working paper No. 19/2002, Bergen.
- Kristoffersen, Siri Hege  
*Prising og uforstand – ein analyse av prissetjing med ufullstendig informerte konsumentar i den norske marknaden for mobiltelefoni*  
SNF-rapport nr. 54/2001, Bergen.

- Pedersen, Per E. *Adoption of mobile commerce: An exploratory analysis*  
SNF-Report No. 51/2001, Bergen.
- Gabrielsen, Tommy Stahl  
Vagstad, Steinar *On how size and composition of customer bases affect equilibrium in a duopoly with switching cost*  
SNF-Working paper No. 26/2001, Bergen.
- Berge, Laila Kristin *Prisdiskriminering i oligopol -en teoretisk gjennomgang og eksempler fra telemarkedet*  
SNF-rapport nr. 13/2001, Bergen.
- Bjørndal, Mette  
Jørnsten, Kurt *An Analysis of a Combinatorial Auction.*  
SNF-Working paper No. 19/2001, Bergen.
- Vagstad, Steinar *Price discrimination with uncertain consumers.*  
SNF-Working Paper No. 12/2001, Bergen.
- Gooderham, Paul N.  
Ulset, Svein *Knowledge transfer between parent and developing country subsidiaries. A Conceptual Framework.*  
SNF-Working Paper No. 08/2001, Bergen.
- Stahl Gabrielsen, Tommy  
Vagstad, Steinar *Second-period pricing in a duopoly with switching costs: the effect of size and composition of customer bases.*  
SNF-Working Paper No. 09/2001, Bergen.
- Pedersen, Per E. *Adopsjon av mobil handel (m-handel) -en forstudie*  
SNF-rapport nr. 07/2001, Bergen.
- Hundsnes, Tore *The Management of Complexity*  
SNF-Report No. 58/2000, Bergen.
- Knivsflå, Kjell Henry  
Rud, Linda  
Sættem, Frode *Kapitalnettverk for små og mellomstore bedrifter*  
SNF-rapport nr. 72/2000, Bergen.
- Foros, Øystein *Strategic Investments with Spillovers, Vertical Integration and Foreclosure in the Broadband Access Market*  
SNF-Working Paper No 75/2000, Bergen
- Lommerud, Kjell Erik  
Sørgard, Lars *Entry in Telecommunication: Customer Loyalty, Price Sensitivity and Access Prices.*  
SNF-Working Paper No. 62/2000, Bergen.
- Munkeby, Trygve Osvoll *Konkurransen mellom norske internetleverandører.*  
SNF-rapport nr. 48/2000, Bergen.
- Pedersen, Per E.  
Methlie, Leif B. *Tjenesteintegrering i elektronisk handel.*  
SNF-rapport nr. 21/2000, Bergen.



- Methlie, Leif B.  
Pedersen, Per E. *MAP-IT: A Model of intermediary Integration Strategies in online Markets,*  
SNF-Working Paper No. 26/2000, Bergen.
- Gabrielsen, Tommy Staahl  
Vagstad, Steinar *Consumer heterogeneity and pricing in a duopoly with switching costs.*  
SNF-Working Paper No. 25/2000, Bergen.
- Ulset, Svein  
Gooderham, Paul *Internasjonalisering av telesektoren. Generelle lærdommer og spesielle utfordringer for Telenor.*  
SNF-arbeidsnotat nr. 16/2000, Bergen.
- Ulset, Svein *Virtual Network Operation. Strategy, Structure and Profitability.*  
SNF-Working Paper No. 15/2000, Bergen.
- Foros, Øystein  
Kind, Hans Jarle  
Sørgard, Lars *Access Pricing, Quality Degradation and Foreclosure in the Internet.*  
SNF arbeidsnotat nr. 12/2000, Bergen.
- Foros, Øystein  
Sand, Jan Yngve *Asymmetrisk regulering innen telekommunikasjon.*  
SNF særtrykk nr. 03/2000, Bergen.
- Ulset, Svein *Ekspansive teleselskap. Finansiering, organisering og styring.*  
SNF-rapport nr. 64/1999, Bergen.
- Sannarnes, Jan Gaute *Ulike reguleringsregimer i telesektoren sett ut fra et dynamisk perspektiv.*  
SNF-rapport nr. 58/1999, Bergen.
- Seime, Gunn Randi *Konkurransen i det norske mobiltelefonimarkedet.*  
SNF-rapport nr. 49/1999, Bergen.
- Methlie, Leif B.  
Pedersen, Per E. *Multimedia Banking*  
*Bankenes strategiske situasjon. Ny teknologi – ny konkurransearena – ny struktur.*  
SNF-rapport nr. 41/1999, Bergen.
- Pedersen, Per E. *Multimedia Banking*  
*Programvareagenter i elektronisk handel. En kartlegging med vekt på agentbaserte tjenester og finanstjenestesektoren.*  
SNF-rapport nr. 40/1999, Bergen.
- Pedersen, Per E. *Multimedia Banking*  
*En agentbasert tjeneste for produkt- og leverandør-sammenlikning av finanstjenester.*  
SNF-rapport nr. 39/1999, Bergen.

- Pedersen, Per E.  
Nysveen, Herbjørn  
Jensen, Leif Magnus  
*Multimedia Banking*  
*En eksperimentell studie av atferdskonsekvenser ved  
bruken av agentbaserte tjenester i finanssektoren.*  
SNF-rapport nr. 38/1999, Bergen.
- Fjell, Kenneth  
Foros, Øystein  
Gabrielsen, Tommy S.  
Hagen, Kåre P.  
Sørgard, Lars  
Vagstad, Steinar  
*Problemstillinger for videre forskning på prising av tele-  
tjenester.*  
SNF-rapport nr. 27/1999, Bergen.
- Fjell, Kenneth  
Hagen, Kåre P.  
*Oversikt over forskningsprogrammet i teleøkonomi  
ved SNF:1996-1998.*  
SNF-rapport nr. 26/1999, Bergen.
- Fjell, Kenneth  
Foros, Øystein  
Hagen, Kåre P.  
Sørgard, Lars  
*Telenor – bare lave priser?*  
*Drøfting av Telenors rabattstruktur utfra et  
bedriftsøkonomisk og samfunnsøkonomisk perspektiv.*  
SNF-rapport nr. 23/1999, Bergen.
- Staahl Gabrielsen, Tommy  
Vagstad, Steinar  
*Konkurransereform i telesektoren: Hvordan rasjonalisere  
observert atferd?*  
SNF-rapport nr. 65/1998, Bergen.
- Altenborg, Ellen  
*Koordinering og insentiver i samarbeid om  
produktutvikling  
mellom forretningsområder i Telenor.*  
SNF-rapport nr. 39/98, Bergen
- Methlie, Leif  
*Multimedia Banking*  
*Strukturendring i bank. Distribusjon – grovanalyse.*  
SNF-arbeidsnotat nr. 31/1998, Bergen.
- Methlie, Leif  
*Multimedia Banking*  
*Strukturendring i bank. Strategisk posisjonering –  
grovanalyse.*  
SNF-arbeidsnotat nr. 30/1998, Bergen.
- Foros, Øystein  
Ulset, Svein  
*Naturlige grenser for teleselskapene.*  
SNF populærvitenskapelig særtrykk nr. 10/1998, Bergen.
- Ulset, Svein  
Spiller, Pablo  
*Organizing Global Seamless Networks: Contracts,  
Alliances and Hierarchies.*  
SNF Reprint No. 26/1998, Bergen.
- Ulset, Svein  
*Infrastruktur og konkurranse i telesektoren.*  
SNF særtrykk nr. 27/1998, Bergen.

- Ulset, Svein *Value-Creating Interconnect  
International Competition in Global Network Services.  
Technology, Organization and Performances.*  
SNF-report No. 28/1998, Bergen.
- Ulset, Svein *Value-Creating Interconnect  
Optimal Organization of the Converging Information and  
Communication Technology (ICT) Industries.  
Theoretical analysis and some illustrative data from the  
Norwegian market.*  
SNF-report No. 27/1998, Bergen.
- Methlie, Leif B.  
Nysveen, Herbjørn *Multimedia Banking  
Kundeatferd ved bruk av Internett og andre kanaler.*  
SNF-rapport nr. 29/1998, Bergen.
- Ulset, Svein *Verdiskapende samtrafikkavtaler.  
Hvordan kan organisering av infrastruktur bidra til  
utvikling av bedre og billigere teletjenester. En analyse av  
betingelsene for konkurranse og samarbeid i telesektoren.*  
SNF-rapport nr. 25/1998, Bergen.
- Spiller, Pablo T. *Value-Creating Interconnect.  
Unbundling and the Promotion of Local Telephone  
Competition: Is Unbundling Necessary in Norway?*  
SNF-Report No. 03/1998, Bergen.
- Bjørnenak, Trond  
Gabrielsen, Tommy Staahl  
Vagstad, Steinar *Verdiskapende samtrafikkavtaler.  
Prising av samtrafikk.*  
SNF- rapport nr. 02/1998, Bergen.
- Andersen, Christian  
Sannarnes, Jan Gaute *Analyse af tilgangsavgifter ved irreversible investeringer  
under usikkerhed.*  
SNF-rapport nr. 07/1998, Bergen.

Oversikt over publikasjoner innen teleøkonomi i perioden 1992-1997 fås ved henvendelse til eli.loetvedt@snf.no, telefon 55 95 95 00.