



Bakkebasert TV uten 700 MHz-båndet

Kostnader og økonomiske konsekvenser

Utarbeidet for Post- og teletilsynet



Analysen er gjennomført av Jan Morten Ruud og Harald Wium Lie i tidsrommet mars til juni 2014. Vi ønsker å takke Norkring, NRK, NTV, RiksTV og Teleplan for godt samarbeid i prosjektperioden. I tillegg har vi fått god hjelp fra Halvor Floden og Eigil Gjelsvik – noen av Norges mest erfarne utbyggere av radionett. Vi understreker at alle vurderinger i rapporten er Nexias egne.

Innhold

INNLEDNING OG SAMMENDRAG	3
Bakgrunn	3
Rapportens målsetting og avgrensinger	4
Sammendrag av kostnadsanalysen	5
1 SCENARIO 1: DAGENS BAKKENETT	8
1.1 Om bakkenettet	8
1.2 Elementer i bakkenettet	8
1.3 Ansvar og kostnader i dag	10
1.4 Kostnader framover	11
1.5 Scenario 1 – estimert systemkost.....	13
2 SCENARIO 2 – 4: BAKKENETT UTEN 700 MHZ	14
2.1 Beskrivelse av scenariene	14
2.2 Signalpakker: Kapasiteter og kostnader	15
2.3 Migrering fra dagens nett.....	17
2.4 Scenario 2 – 4: Estimert systemkost	18
3 SCENARIO 5: TV OVER LTE	20
3.1 Beskrivelse.....	20
3.2 Sendestasjoner, kostnader og kostnadsdrivere.....	21
3.3 Scenario 5: Andre kostnader og estimert systemkost	23
KILDER.....	25
VEDLEGG 1 – INDEKSER.....	26
VEDLEGG 2 – DATAKILDER OG METODIKK.....	27
VEDLEGG 3 – KOSTNADSDRIVERE OPPSUMMERT	29

Innledning og sammendrag

Bakgrunn

Siden lanseringen i 2007 har det digitale bakkenettet blitt et viktig nett for leveranse av TV-tjenester, og nesten en fjerdedel av norske husstander bruker bakkenettet til å se på TV. Selskapene Norges televisjon (NTV) og RiksTV er ansvarlige for distribusjon av tjenester i bakkenettet og NTV har konsesjon på frekvensbåndet mellom 470 og 790 MHz fram til 2021. Markedet for TV-tjenester er i betydelig endring: Selv om antall abonnement er relativt stabilt øker overført kapasitet som følge av flere enheter og økt hastighet per videostrøm.

I løpet av de siste årene har det også vært en økning i bruken av mobilnett. Det er særlig mobile datatjenester som har opplevd kraftig vekst i etterspørsel: I 2013 fraktet eksempelvis norske mobiloperatører rundt 50 ganger så mye datatrafikk som hva tilfellet var i 2007. Det er all grunn til å tro at denne utviklingen vil fortsette. En god indikator på dette er de betydelige inntektene som staten oppnådde fra auksjonen av de såkalte digital dividende-frekvensene som ble gjennomført i 2013.

Det er mange faktorer som driver verdien av radiofrekvenser. To av de viktigste er båndbredde og posisjon i radiospektrumet. Båndbredde er viktig siden det representerer den kapasitet som kan benyttes. Posisjon i radiospektrumet er viktig fordi nett som benytter lave frekvenser – typisk frekvenser under 1000 MHz – har lengre rekkevidde enn nett som sender på høye frekvenser.

Digital dividende-frekvensene har begge disse egenskapene. På internasjonalt nivå arbeides det nå med å legge til rette for bruk av 700 MHz-båndet til blant annet mobile tjenester. På radiokonferansen «World Radiocommunication Conference 2012» ble det vedtatt at 700 MHz-båndet kan avsettes til mobilt bredbånd på lik linje med kringkasting, ut fra de enkelte landenes behov. Dette båndet kalles ofte «digital dividende 2.0» siden det har både stor båndbredde og en attraktiv posisjon i radiospektrumet. Det kan også bety at frekvensressursene til terrestrisk kringkasting kan bli redusert med nesten 100 MHz.

Rapportens målsetting og avgrensinger

Fem scenarier for bakkebasert TV

Nexias oppdrag har vært å estimere kostnader og økonomiske konsekvenser av ulike måter å sende bakkebasert TV på uten bruk av 700 MHz-båndet. Kalkylene er laget for tidsperioden 2015 – 2036 og tar utgangspunkt i fem scenarier for bakkebasert TV:

Scenario	Beskrivelse
1	Kostnader for det eksisterende bakkebaserte kringkastingsnettet
2	Bakkenettet flyttes ut av 700 MHz-båndet men beholder dagens teknologier i form av DVB-T og H.264
3	Bakkenettet flyttes ut av 700 MHz-båndet og de nyeste teknologiene (DVB-T2 og H.265) innføres
4	Samme som Scenario 3 men bakkenettet får i tillegg tilgang til VHF3-blokka i frekvensbåndet 174 – 240 MHz
5	DVB-T fases ut og det etableres et digitalt bakkenett basert på mobilteknologi (LTE Multicast/ eMBMS) i frekvensspekteret 470-694 MHz

Innenfor hvert scenario finnes ulike varianter som er drevet av antall signalpakker slik at vi har til sammen kostnadskalkulert 16 varianter.

Datakilder og metode

Kostnadsanalysen er basert på faktiske kostnader og avtaler i dag og framskrevet disse til konsesjonsperiodens utløp i 2021. Vi har ikke sett på underleverandørenes faktiske kostnader og marginbilde. For perioden mellom 2021 og 2036 har vi sett på teknologisk og kostnadmessig utvikling for å estimere framtidige kostnader.

Kalkylene er basert på analyser av kontantstrømmer, og vi refererer til systemkost som summen av driftskostnader og investeringer. Alle kostnader vises som nominelle kroner så lenge noe annet ikke er spesifisert.

Analysen er i stor grad basert på konkurransesensitiv informasjon som vi har mottatt fra NTV og NTVs kunder, leverandører og samarbeidspartnere. Dette er verdifull informasjon i forhandlingssituasjoner, og full åpenhet rundt dette kan føre til bedriftsøkonomiske tap. Vi har forsøkt å løse dette ved å slå sammen ulike kostnadskategorier slik at konkurransesensitiv informasjon ikke blir offentliggjort samtidig som det er mulig å forstå kostnadselementer og kostnadsdrivere på et overordnet nivå.

Forutsetninger, avgrensinger og usikkerhet

En viktig forutsetning for analysen er at det er dagens nettstruktur som ligger til grunn for kostnadsanalysen i Scenario 1 - 4. En reduksjon i «bakkenettsfrekvenser» vil kreve en replanlegging av nettet som igjen kan føre til lavere dekning og behov for etablering av nye sendestasjoner. En slik analyse vil kreve detaljert radioplanlegging og har ikke vært en del av mandatet til dette prosjektet.

Mandatet inkluderer heller ikke en analyse av sluttbrukernes reaksjoner på ulike tekniske endringer. Når det er tatt inn kostnader på kundesiden er dette på grunn av endringer i sendenetten som gjør det nødvendig med nytt utstyr hos kunde.

Analysen inneholder estimer som går opptil 22 år fram i tid. Dersom vi går 22 år tilbake var norsk mobilpenetrasjon på 4 % og begrepet «World Wide Web» eksisterte mest på et forskningslaboratorium i Sveits. I denne studien har vi ikke tatt høyde for et paradigmeskifte mellom 2015 og 2036 som vi i dag ikke kjenner til, men vi forholder oss til en forventet utvikling basert på den kunnskap vi har i dag.

Kalkylene for Scenario 5 er forbundet med større usikkerhet enn hva tilfellet er for Scenario 1 – 4. Scenario 5 benytter teknologi som fortsatt er umoden, og vi vet ikke om bruk av LTE Multicast vil bli populært nok til å oppnå de kostnader og stordriftsfordeler som er lagt til grunn i våre kalkyler. I tillegg er det usikkerhet rundt antall sendestasjoner som er nødvendig for oppnå ønsket dekning og kostnader forbundet med etablering av disse.

Scenariene 2 – 5 innebærer frigjøring av 700 MHz-blokka. Det er grunn til å tro at staten kan realisere betydelige inntekter fra en auksjon av disse frekvensene. Dette er ikke hensyntatt i kostestimatene.

Sammendrag av kostnadsanalysen

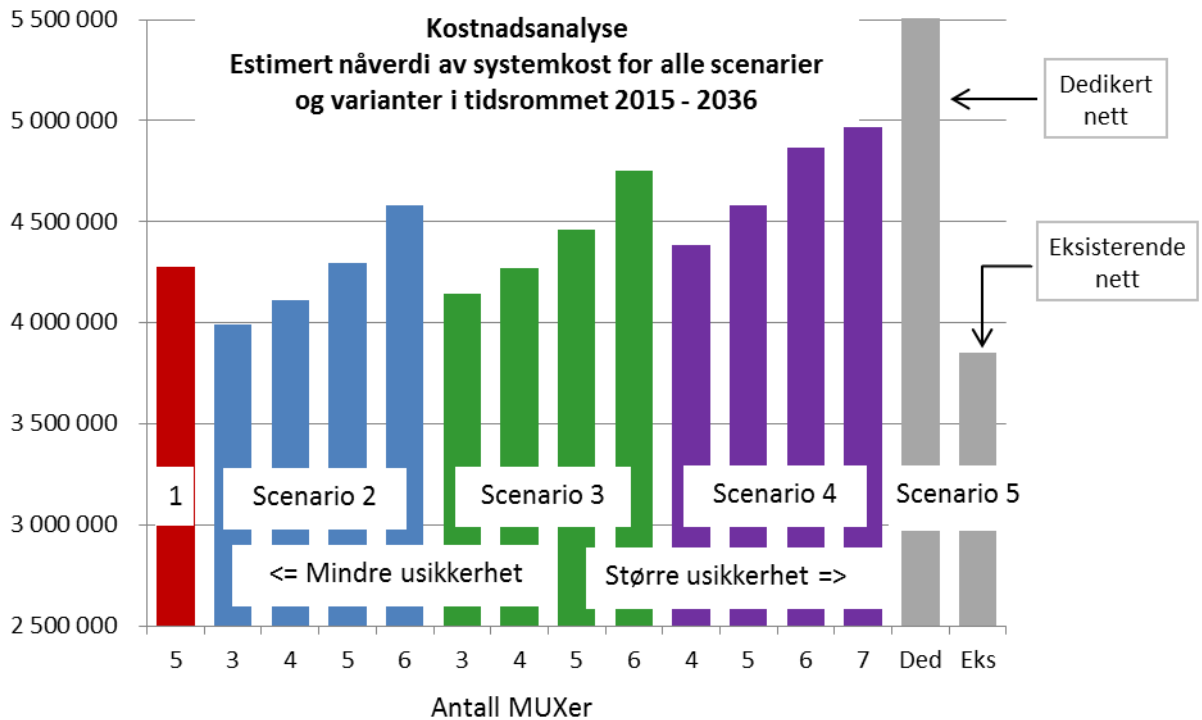
For hvert scenario og for hver variant av hvert scenario har vi estimert årlige systemkostnader i tidsrommet 2015 – 2036. I hovedsak drives systemkost av faktorene under:

- Dagens avtaler som i stor grad bestemmer kostnadsnivå fram til 2021
- Migrasjonskostnader forbundet med bytte av frekvenser og teknologi:
 - Replanlegging og prosjektledelse
 - Arbeid på sendestasjoner
 - Nytt utstyr og nye antenner på sendestasjoner
 - Bytte av dekodere og antenner hos sluttbrukere
- Nettkapasitet i form av antall MUXer i nettet
- Scenario 5 betyr en overgang til en ny nettstruktur og en annen teknologi. Her vil særlig behovet for antall sendestasjoner og kostnaden per sendestasjon drive kostnadsnivået. Det kan også bli betydelige kostnader forbundet med dobbeltdistribusjon i dette scenariet.

Tabellen under viser de viktigste kostnadsmessige forskjellene mellom scenariene.

Navn	Beskrivelse	Replanlegging av nett	Arbeid på eksisterende nett	Bytte elektronikk på sendestasjon	Bytte antenner på sendestasjon	Bytte dekodere (sluttkunde)	Bytte antenne (sluttkunde)
Sce 1	Inkl 700, DVB-T, 5 Mux	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI
Sce 2	Ex 700, DVB-T, 3 - 6 Mux	JA	JA	NEI	NEI	NEI	NEI
Sce 3	Ex 700, DVB-T2, 3 - 6 Mux	JA	JA	JA*	NEI	JA	NEI
Sce 4	Ex 700 + VHF3, DVB-T2, 4 - 7 Mux	JA	JA	JA*	JA	JA	JA
Sce 5	Ex 700 - LTE Multicast/ eMBMS			Etablering av ny, LTE-basert nettstruktur			

Etter at årlig systemkostnad er etablert er denne neddiskontert med en kapitalkostnad på 8,37 % for å beregne nåverdien av systemkostnaden som vises i Figur 1.



Figur 1. Nåverdi estimert systemkost - alle varianter. NOK 000. Vi understreker at de ulike scenariene har ulik kapasitet, dekning og risikoprofil.

Scenario 1

Scenario 1 er videreføring av dagens struktur med samme rammevilkår og teknologi. Det gjennomføres nødvendig reinvesteringer for å sikre leveranser og stabilitet i plattformen. Det er antatt at dette kan gjøres som en naturlig evolusjon, uten ekstra kostnader som følge av endringer i teknologi eller frekvensplan. Estimert nåverdi av systemkost for perioden 2015 – 2036 er rundt 4,3 milliarder kroner.

Scenario 2

I Scenario 2 må nettet replanlegges for TV-distribusjon uten 700 Mhz-blokka. Forøvrig brukes samme teknologi og spesifikasjoner som for Scenario 1. Det er tatt inn en kostnad på 35 MNOK for replanlegging og rekonfigurering av eksisterende utstyr på sendestasjonene. Estimert nåverdi av systemkost for perioden 2015 – 2036 er mellom 4,0 – 4,6 milliarder kroner avhengig av antall signalpakker («MUXer»).

En forutsetning for analysen er at nettstrukturen skal være lik den som finnes i dag. Det betyr at Scenario 2 trolig ikke kan realiseres med mer enn 4 MUXer. Med bruk av investeringsmidler til redesign av sendestasjonsnettet kan trolig antall MUX økes til 5. Analyse av dette har ikke vært del av oppdraget.

Scenario 3

Scenario 3 bygger videre på scenario 2, men nå med skifte av teknologi fra DVB-T/H.264 til DVB-T2/H.265. Et slikt skifte av teknologi vil ikke gi plass til flere MUX, men vil øke kapasiteten per MUX fra 22 Mbit/s til rundt 33 Mbit/s. For gjennomføring av dette teknologiskiftet er det tatt inn investeringer på 130 MNOK til replanlegging og arbeid på sendestasjoner, samt nesten 190 MNOK for utskifting av dekodere hos berørte kundegrupper. Estimert nåverdi av systemkost for perioden 2015 – 2036 er mellom 4,1 og 4,7 milliarder kroner avhengig av antall MUXer.

Scenario 4

Scenario 4 bygger videre på Scenario 3 men inkluderer også utvidelse av kapasitet ved å ta i bruk DVBT-blokka som ligger mellom 174 og 240 MHz. Tilleggsinvesteringer for Scenario 4 er litt over 500 MNOK. Av dette er 300 MNOK allokert til nettsiden for replanlegging, senderarbeid og nye antenner på sendestasjoner, mens drøyt 200 MNOK er kostnader for bytte av dekodere og nye antenner hos slutt kunder. Estimert nåverdi av systemkost for perioden 2015 – 2036 blir da mellom 4,4 og 5,0 milliarder kroner avhengig av antall MUXer.

Scenario 5

Scenario 5 inneholder både det dyreste og det rimeligste alternativet. Estimaten viser at et dedikert LTE-nett for lineær TV-distribusjon («Scenario 5 – ded») har en betydelig høyere kostnad enn dagens alternativ. Et dedikert LTE-nett som kun brukes til en tjeneste vil ha høye etableringskostnader siden det er nødvendig å ta store engangskostnader på mange sendestasjoner.

Det vil være rimeligere å ta utgangspunkt i et eksisterende LTE-nett («Scenario 5 – eks») og bygge ut dette til å støtte multicast distribusjon av lineær TV. Våre estimater viser at dette har lavere kostnader enn dagens system, men vi understreker at denne teknologien fortsatt er på prøvestadiet og at kvaliteten på kostnadsestimatene er lavere for Scenario 5 enn hva tilfellet er for Scenario 1 – 4.

Variasjon som følge av antall MUXer

Innenfor hvert scenario varierer estimert systemkost med antall signalpakker (MUX). Forskjellen mellom minste antall signalpakker og største antall er estimert til rundt 600 millioner kroner i systemkost i løpet av perioden. Årsaken til dette er særlig forskjellen i kostnad for sendestasjoner og regionalt matenett for ulikt antall signalpakker.

Sammenlikning mellom scenarier

En sammenlikning av estimert systemkost mellom scenariene viser følgende resultater:

- I Scenario 2 har variantene med hhv 3 og 4 signalpakker en lavere estimert systemkost enn Scenario 1, men begge disse variantene har samtidig lavere kapasitet enn Scenario 1.
- Vi estimerer at man med Scenario 3 og 4 signalpakker kan få en høyere kapasitet til omtrent dagens kostnad samtidig som man frigjør hele 700 MHz-blokka.
- Sammenliknet med Scenario 1 har samtlige varianter av Scenario 4 en høyere estimert systemkost grunnet kostnadene med teknologiskifte fra DVB-T/H.264 til DVB-T2/H.265 samt replanlegging og investeringer for å ta i bruk VHF3 spektrumet.

Andre funn

Tidspunkt og metode for migrering vekk fra Scenario 1 spiller en viktig rolle for estimert systemkost. Jo lenger man kan vente med migrering jo lavere vil kostnaden for viktige elementer som dekodebytte og nettelemtene bli. For dekodebytte er det viktig at dekodere som støtter både DVB-T/H.264 og DVB-T2/H.265 blir tilgjengelige så tidlig som mulig. Når alle dekodere har slik støtte kan migrering til scenariene 2 - 4 gjennomføres i løpet av relativt kort tid. I Scenario 5 er det trolig nødvendig med dobbeldistribusjon i ett års tid.

1 Scenario 1: Dagens bakkenett

Dette kapitlet anslår kostnader forbundet med videre drift og vedlikehold av det eksisterende bakkenettet i perioden 2015 til 2036.

1.1 Om bakkenettet

Et digitalt bakkenett for fjernsyn kringkaster digitale signaler fra sendestasjoner plassert på fjelltopper, i høye master og andre hensiktsmessige lokasjoner. Hovedformålet med et slikt nett er å overføre fjernsynskanaler, men nettet kan også overføre annet innhold, for eksempel radiokanaler og elektronisk programguide.

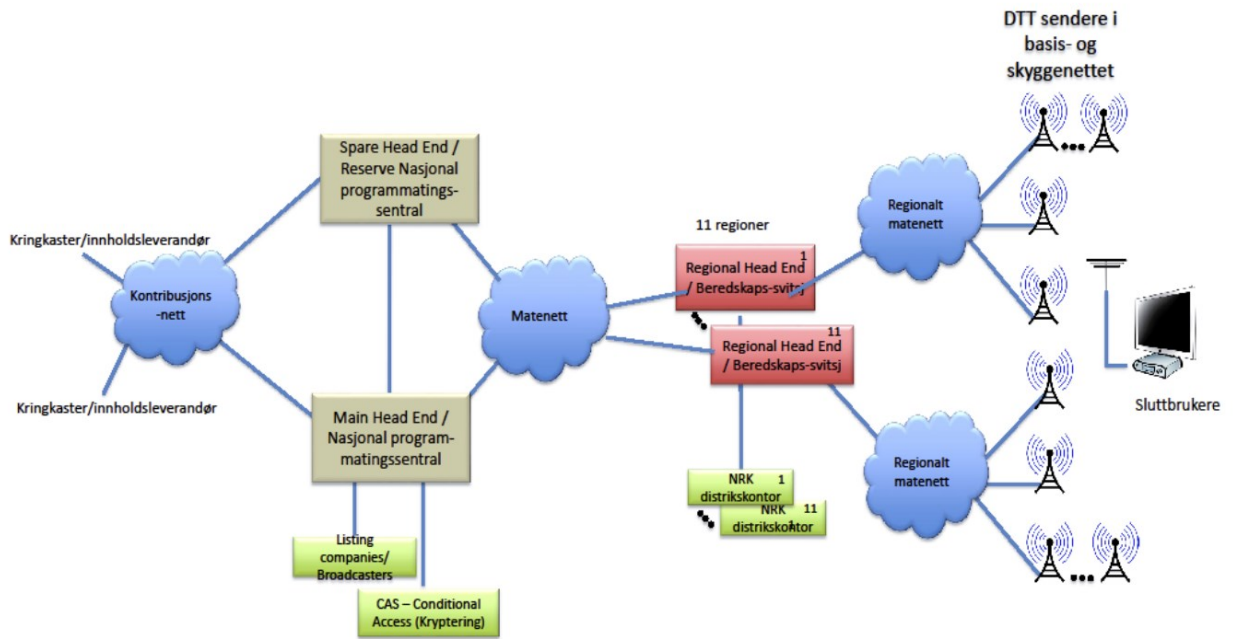
I Norge er det digitale bakkenettet bygget ut og driftet i regi av Norges televisjon (NTV), som er tildelt konsesjon for perioden 2. juni 2006 til 2. juni 2021. Konsesjonen gir NTV rett til å bruke frekvensbåndet mellom 470 og 790 MHz til elektronisk kommunikasjonsnett basert på DTT-teknologi. NRK og RiksTV leier sendekapasitet av NTV. Eierskapet til NTV og RiksTV deles likt mellom NRK, TV2 og Telenor.

Det digitale bakkenettet ble opprinnelig bygget ut med tre signalpakker eller såkalte MUXer. Fra og med sommeren 2010 ble nettet utvidet til fem signalpakker. Til sammen distribueres i dag rundt 45 TV-kanaler og 12 radiokanaler i det digitale bakkenettet. Av disse sendes syv TV-kanaler i HD-format mens de resterende TV-kanalene har SD-kvalitet. Hver signalpakke har en overføringskapasitet på rundt 22 Mbit/s slik at samlet kapasitet til sluttbruker i dagens bakkenett er rundt 110 Mbit/s.

Det digitale bakkenettet ble åpnet i Rogaland i september 2007, og i desember 2008 var nettet åpnet i hele Norge. I slutten av 2009 ble den siste analoge sendestasjonen for NRK og TV2 slukket. Bakkenettet i Norge består av 430 sendestasjoner i basisnettet som dekker rundt 98 % av husstander og 90 % av fritidsboliger. Dessuten er det satt opp 550 satellittskyggesendere for å sikre dekning for husstander i områder som verken kan ta inn digital-TV-signaler fra andre plattformer. Skyggenettet tilbyr kun én MUX og har derfor et mindre programtilbud enn basisnettet.

1.2 Elementer i bakkenettet

En kostnadsanalyse kan bare gi mening når man er i stand til å beskrive og avgrense systemet som skal analyseres. Dette kapitlet inneholder en overordnet beskrivelse av bakkenettet og dermed de elementer som vi har inkludert i kostanalysen. Dagens bakkenett består av flere elementer som vises i figuren på neste side.



Figur 2. Systemskisse av bakkenettet. Kilde: NTV

Helt til høyre i figuren finnes dekodere og TV'er. Brorparten av sluttbrukere i bakkenettet har en egen dekoderboks som dekoder signalet slik at TV'en viser programinnholdet på en meningsfull måte. Mange brukere har en TV med innebygget dekode. På den måten slipper man en egen boks til dette.

Dekoderen mottar signaler fra en antenne. Disse finnes i to varianter. Fellesantenner dekker flere boliger og dekodere gjennom et internt sprednett. I tillegg finnes antenner som kun er koblet til én dekode gjennom en antennekabel.

Alle antenner mottar signaler fra en av bakkenettets 980 sendestasjoner. De fleste senderne har relativt liten effekt og er plassert på mindre sendestasjoner, men det finnes 43 hovedsendere på velkjente lokasjoner som Tyholt, Tryvann og Ulriken. På hver sendestasjon er det montert antenner i masten samt elektronisk utstyr for prosessering og transmisjon av TV-signaler.

Alle sendestasjoner i basisnettet er tilkoblet en av 11 regionale headends («Programmatingsentraler») via det regionale matenettet. Dette nettet er i hovedsak basert på radiolinjer men fiberbaserte samband er også benyttet. Sendestasjoner som betjener mange brukere har to forbindelser i det regionale matenettet. I skyggenettet blir rundt en tredjedel av sendestasjonene matet av satellitter mens resten har tilknytning basert på radiolinje.

Hver regional headend er tilknyttet nasjonal headend gjennom et matenett og har i tillegg en direkte forbindelse til et av NRKs distriktskontorer som sender regionalt innhold. Matenettet er basert på fibersamband og radiolinjer med høy kapasitet.

Den nasjonale headend er hovedbølet i bakkenettet hvor brorparten av programinnholdet samles og kodes. Nasjonal headend har forbindelser til programselskaper og teknologileverandøren. Dersom nasjonal headend skulle få nedetid finnes det en reserve headend som sikrer oppetid på systemet.

1.3 Ansvar og kostnader i dag

Det er NTV som er ansvarlig for drift av bakkenettet. Selskapet har valgt å sette ut brorparten av driftsoppgavene gjennom inngåelse av to avtaler. Den største avtalen er inngått med det Telenor-eide selskapet Norkring som leverer drift av sendestasjoner og det regionale matenettet. I tillegg har NTV avtale med selskapet Media Network om drift av headends og matenett. Både Norkring og Media Network bruker underleverandører til enkeltoppgaver. Programkryptering er ikke NTVs ansvar men leveres til RiksTV av det sveitsiske teknologiselskapet Conax¹. RiksTV har også ansvar for distribusjon av antenner og dekodere til sluttbrukere.

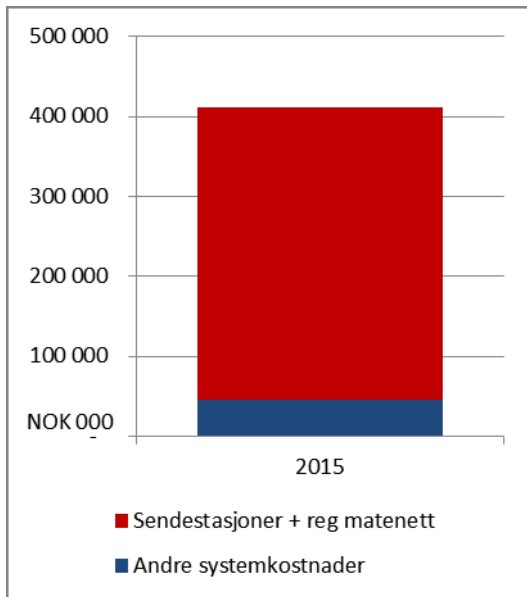
Sett utenfra virker denne organiseringen fornuftig. NTV har en effektiv administrasjon med få ansatte og slipper å bygge egen kompetanse innenfor spesialiserte fagområder. Avtalene er i stor grad basert på faste priser som reguleres iht. kjente prisindekser. Dette gir NTV stor trygghet om sitt eget kostnadsnivå. Det skaper imidlertid et dilemma for kostanalysen. For hva er egentlig kostnaden i dette systemet? Er det summen av leverandørenes kostnader? Er det summen av inntekter fra sluttbrukere fratrukket programkostnader og en margin?

Vi har valgt å basere analysen på kostnader og avtaler i dag og framskrevet disse til konsesjonsperiodens utløp i 2021. Dette gir et realistisk bilde av virkeligheten samtidig som kostnadsdata er relativt lett tilgjengelig. I tillegg til NTVs kostnader har vi tatt inn kostnadselementer fra Figur 2 (som dekodere, krypteringsteknologi og NRKs sambandskostnader) som ikke er NTVs ansvar i tilfeller hvor det er relevant. Det betyr også at mange av RiksTV sine kostnader – eksempelvis markedsføring og kundeservice – ikke er inkludert i kalkylene.

Verken NTV eller NTVs leverandører har ønsket full åpenhet om kostnader og kostnadsstrukturer. Dette er verdifull informasjon i forhandlingssituasjoner, og offentliggjøring av dette kan føre til bedriftsøkonomiske tap. Vi har forsøkt å løse dette ved å slå sammen ulike kostnadskategorier slik at konkurransesensitiv informasjon ikke blir offentliggjort samtidig som det er mulig å forstå kostnadselementer og kostnadsdrivere på et overordnet nivå.

Siden vi ser kostnaden fra NTVs perspektiv er vi ikke i stand til å skille mellom driftskostnader og investeringer. NTVs avtaler har en fast, årlig kost som inkluderer alle kostnader – også opprinnelige investeringer og reinvesteringer. I noen grad kan leverandørene velge mellom driftskostnader (f.eks. mange besøk på sendestasjon) eller investeringer (f.eks. kjøpe nytt utstyr for å redusere antall servicebesøk). Dette er informasjon som NTV ikke har. Vi har derfor rigget kalkylen som en analyse av kontantstrømmer og refererer til summen av driftskostnader og investeringer som systemkost.

¹ Conax var inntil mars 2014 et heleid datterselskap av Telenor.



Figur 3. Scenario 1, Est. systemkost 2015. NOK 000.

Basert på dette anslår vi at systemkostnaden for bakkenettet vil være rundt 400 millioner kroner i 2015 som vist i Figur 3. Av dette er nesten 90 % kostnader forbundet med sendestasjoner og det regionale matenettet. Vedlegg 2 beskriver datakildene i mer detalj, mens Vedlegg 3 oppsummerer de viktigste kostnadsdriverne for alle scenarier.

I et langstrakt og tynt befolket land som Norge er all form for fysisk og digital distribusjon kostbart. Den viktigste kostnadsdriveren er det relativt lave antallet innbyggere per sendestasjon som figuren under viser.

Land	Innbyggere per sendestasjon
Norge - ekskl. satellittskyggenett	~12 000
Sverige	~15 000
Danmark	~120 000
Norge - inkl. satellittskyggenett	~5 000

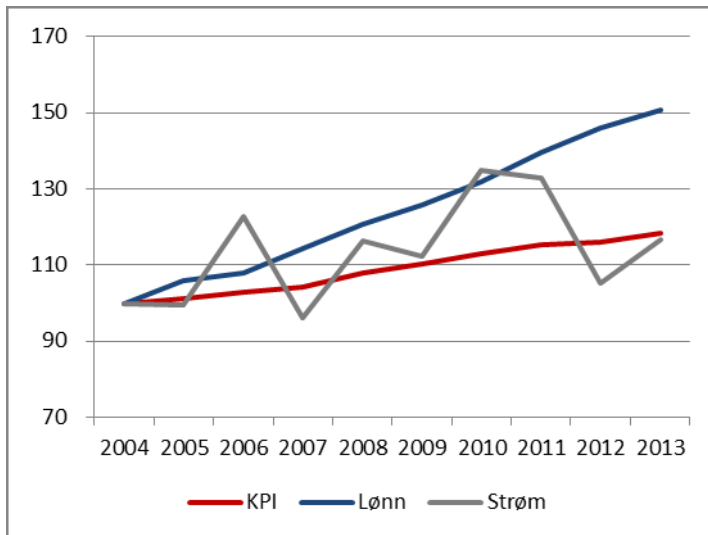
Figur 4. Innbyggere per sendestasjon i bakkenettet. Kilde: NTV [1], Nexia analyse

De resterende 10 % representerer alle andre kostnader i systemskissen vist i Figur 2. De største kostnadselementene innenfor «Andre systemkostnader» er følgende:

- Drift av regionale og nasjonale Headends
- Programkryptering
- Matenett mellom nasjonal Headend og regionale Headends

1.4 Kostnader framover

I årene framover mot 2021 vil systemkostnaden trolig vokse omtrent i takt med utvikling i konsumprisindeksen samt lønnskostnader og energikostnader. Figur 5 viser utviklingen for disse indeksene i perioden 2004 – 2013. Vedlegg 1 viser utviklingen i tabellform. I gjennomsnitt har årlig vekst vært litt under tre prosent i denne perioden, og vi forventer at veksten vil reduseres til rundt 2 % i de neste syv årene.



Figur 5. Konsumprisindeks, lønnsindeks (industri) og kraftpriser. 2004 - 2013.

Kilde: SSB

Kostnader for sendestasjoner og regionalt matenett

Innen 2021 skal de store avtalene reforhandles, og betingelsene i disse vil være avgjørende for kostnadsnivået fra 2022 og utover. Ettersom kostnader for sendestasjoner og regionalt matenett er det viktigste kostnadselementet er det særlig viktig å forstå kostnadsdrivere for disse kostnadene. Den viktigste driveren for kostnadsnivået er trolig investeringsnivå. Avtalen om sendestasjoner og regionalt matenett kan ses på som en pakkepris hvor investeringer, reinvesteringer, drift og vedlikehold er inkludert. Basert på informasjon fra Analysis [2] og en sammenlikning av Teleplans investeringskalkyle for et 5-MUX nett med faktiske kostnader i Norkring-avtalen har vi funnet at opprinnelig, årlig kostnad for sendestasjoner og regionalt matenett er rundt 21-22 % av etableringskost for nettet.

I Analysys-rapporten estimerte Norkring en investeringskostnad på hhv 980 og ca 1 500 millioner kroner for et 1-MUX nett og et 3-MUX nett. Årlige driftskostnader ville være hhv. 220 og 330 millioner kroner. Dette tilsvarer 22 % av etableringskostnaden. Noen år senere anslår Teleplan en etableringskost for et 5-MUX nett til rundt 1 400 millioner. Dersom vi justerer dagens kostnad for sendestasjoner og regionalt matenett for prisindeksene i Figur 5 tilbake til 2006 finner vi at årlig kost for denne er rundt 21 % av estimert etableringskost. Vi vil fra nå av referere til dette som «årskostandel».

Estimatet for årlige kostnader fra 2022 og utover er basert på vår vurdering av framtidig investeringskost og årskostandelen. Det er grunn til å tro at investeringer i utstyr til et DVB-basert bakkenett i 2021 vil være lavere enn i 2006. Dersom vi ser til markedet for utstyr til mobilnett er prisen for utstyr til en sendestasjon mer enn halvert i løpet av de siste 10 årene. Det finnes både teknologiske og markedsmessige årsaker til dette, men den viktigste årsaken er trolig lavprisstrategiene til leverandører som Huawei og ZTE.

Markedet for utstyr til digitale bakkenett er ikke like konkurranseutsatt i dag. Man kan imidlertid lett se for seg at lavprisleverandører vil etablere seg i dette markedet også. Vi anslår grovt at den reelle prisen for utstyr i 2021 vil være litt over 60 % av prisen i 2006. Når vi justerer dette for KPI blir den nominelle kostnaden i 2021 omtrent den samme som hva den var i 2006.

Videre er det grunn til å tro at årskostandelen vil reduseres noe fra 2022. Kostnaden for drift og vedlikehold består i hovedsak av tre elementer: Energi, innplassering og lønnskostnader. Allerede i dag finnes det kommersielt tilgjengelig utstyr som er mer

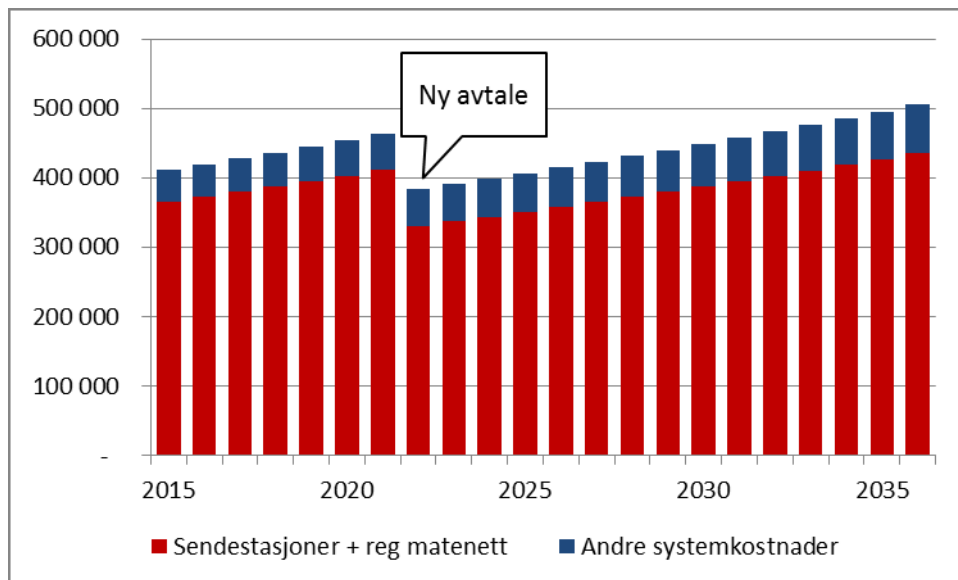
energieffektivt enn hva som er montert i det norske bakkenettet, og denne utviklingen vil trolig fortsette. I tillegg anser vi at deler av utstyret vil kreve mindre plass når det skal byttes i 2021. Basert på dette har vi redusert årskostandelen til 20 % fra 2022 og utover.

Andre kostnader

For andre kostnadselementer har vi estimert en stabil kostnadsvekst på 2 % per år i perioden etter 2021. Noen av kostnadene – kanskje særlig de som har med headends og matenett – vil trolig bli redusert, mens andre kostnader trolig vil øke mer enn 2 % per år.

1.5 Scenario 1 – estimert systemkost

I sum ser vi en estimert kostnadsutvikling som vises i Figur 6. Systemkost øker stabilt fram til 2021 hvor den er rundt 450 millioner. I 2022 reduseres kostnaden betydelig som følge av reforhandlede avtaler. Vi har benyttet 8,37 % som kapitalkostnad basert på en studie som samfunnsøkonomene på Copenhagen Economics gjorde for svenske myndigheter i 2007 [3]. Da blir nåverdien for hele perioden rundt 4 300 MNOK.



Figur 6. Scenario 1, estimert årlig systemkost 2015 – 2036, NOK 000

2 Scenario 2 – 4: Bakkenett uten 700 MHz

Dette kapitlet drøfter kostnader for Scenario 2, Scenario 3 og Scenario 4. Innenfor hvert scenario finnes ulike varianter som er drevet av antall signalpakker. Når vi eksempelvis refererer til «Sce 2 – 3» betyr dette Scenario 2 med 3 signalpakker.

2.1 Beskrivelse av scenariene

Scenariene 2 – 4 har to fellesnevnerer. For det første flyttes TV-distribusjon ut av 700 MHz-båndet slik at dette kan disponeres til andre formål. På denne måten kan man få en «Digital Dividende 2.0» som trolig vil skape store verdier for offentlige myndigheter, mobiloperatører og deres kunder.

En reduksjon i «bakkenettsfrekvenser» kan imidlertid føre til ulemper og høyere kostnader på noen områder. En slik reduksjon vil kreve en replanlegging av bakkenettet som igjen kan føre til lavere dekning og behov for etablering av nye sendestasjoner. En slik analyse vil kreve detaljert radioplanlegging og har ikke vært en del av mandatet til dette prosjektet.

Det andre fellestrekket er at scenariene 2 – 4 baserer seg på første eller andre generasjon av DVB-standarden som er et sett av åpne standarder for digital-TV. DVB brukes som bakkenettsteknologi nesten 80 land og over hele Norden. Som vi allerede har diskutert i kapittel 1 finnes det flere andre måter å distribuere TV-signaler på. I framtiden kan det også være aktuelt å bruke mobilnett som bærer for lineær TV også. Dette alternativet drøfter vi nærmere i kapittel 3.

Figur 7 viser de viktigste forskjellene mellom scenariene fra et kostnadsanalytisk perspektiv, og denne tabellen vil brukes som et utgangspunkt for beskrivelsen av hvert scenario.

Navn	Beskrivelse	Replanlegging av nett	Arbeid på eksisterende nett	Bytte elektronikk på sendestasjon	Bytte antenner på sendestasjon	Bytte dekodere (sluttkunde)	Bytte antenne (sluttkunde)
Sce 1	Inkl 700, DVB-T, 5 Mux	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI
Sce 2	Ex 700, DVB-T, 3 - 6 Mux	5 mill	30-35 mill	NEI	NEI	NEI	NEI
Sce 3	Ex 700, DVB-T2, 3 - 6 Mux	20 mill	95 - 135 mill	JA*	NEI	190 mill	NEI
Sce 4	Ex 700 + VHF3, DVB-T2, 4 - 7 Mux	25 mill	120 - 160 mill	JA*	155 mill	190 mill	35 mill
Sce 5	Ex 700 - LTE Multicast/ eMBMS		Etablering av ny, LTE-basert nettstruktur				

Figur 7. Viktige kostnadmessige forskjeller mellom scenariene. Noen celler er merket med *. Dette betyr at kostnaden regnes som en del av pakkeprisen til NTV og er ikke tatt med som et eget kostnadselement i kalkylene.

Scenario 2

Scenario 2 innebærer at bakkenettet flyttes ut av 700 MHz-båndet og fortsetter med uendret teknologi i form av første generasjon DVB («DVB-T») og kompresjonsmetoden H.264. Dette betyr at nettet må replanlegges og at hver sendestasjon må besøkes for implementering av nye kanalplaner.

En replanlegging av et nett innebærer propagasjonsmodellering og (i noen tilfeller) sikring av tilgang til sendestasjoner. I Scenario 2 er det allokert 5 millioner kroner til replanlegging og andre prosjektkostnader. Tilgang til sendestasjoner er normalt en aktivitet som kan koste betydelig mer enn dette, men vi regner med at en stor andel av de eksisterende sendestasjonene kan gjenbrukes. Dette er en viktig fordel.

Som følge av frekvensendringen kan det være nødvendig med tiltak mot interferens fra annen bruk av 700 MHz-blokka. Kostnaden for dette er ikke spesifisert i kalkylen, men vi har tatt høyde for to besøk per sendestasjon i Scenario 2.

Kostnader for arbeid på eksisterende nett henger tett sammen med hvordan migrering gjennomføres og vil bli drøftet i kapittel 2.3 om migrering. I Scenario 2 vil det ikke være nødvendig å bytte senderutstyr, antenner eller dekodere på grunn av teknologiske eller regulatoriske endringer, og dette er derfor ikke inkludert i systemkost. I Scenario 2 vil det trolig være nødvendig å bytte sendeutstyr på grunn av slitasje og elde. Denne kostnaden regnes som en del av pakkeprisen til NTV og er ikke tatt med som et eget kostnadselement.

Scenario 3

I Scenario 3 flyttes bakkenettet ut av 700 MHz-båndet og man innfører andre generasjon DVB («DVB-T2») sammen med den nye kompresjonsmetoden H.265. Teknisk sett er dette gunstig fordi man kan utnytte radiofrekvensene bedre. Det har imidlertid kostnadmessige konsekvenser i form av replanlegging og oppgradering av nettet.

I Scenario 3 er det allokert 20 millioner kroner til replanlegging og andre prosjektkostnader. Dette er betydelig mer enn i Scenario 2 siden Scenario 3 er et mer komplisert prosjekt å lede og planlegge.

I tillegg til replanlegging må alle dekodere og sendestasjoner oppgraderes slik at de støtter DVB-T2 og H.265. Vi anser at oppgradering av elektronikk på sendestasjoner vil bli gjennomført innenfor NTVs pakkepris for sendestasjoner og regionalt matenett. I 2021 vil utstyret være 15 år gammelt, og deler av dette utstyret må da trolig byttes uansett. Kostander forbundet med dekodere vil drøftes i kapittel 2.3.

Scenario 4

Scenario 4 er likt Scenario 3 med ett unntak: Den såkalte DVBT-blokka som ligger mellom 174 og 240 MHz allokeres også til bakkenettet. På denne måten vil tapet av frekvenser i 700 MHz-blokka delvis kompenseres. Det betyr imidlertid også at det vil være nødvendig å bytte antenner på samtlige sendestasjoner og hos slutt kunder slik at disse støtter utsending og mottak av signaler i DVBT-båndet. Antennekostnad på sendestasjon varierer kraftig mellom ulike typer av antenner. På de mindre stasjonene har vi brukt en antennekostnad i 2021 på mindre enn 50 000 kroner, mens tilsvarende kostnad er flere millioner på de største senderne. I sum antar vi at nye antenner på sendestasjoner vil koste rundt 150 millioner kroner i 2021. I tillegg kommer montasjekostnader. Vi har også antatt at denne kostnaden vil komme i tillegg til «pakkeprisen» for sendestasjoner og regionalt matenett siden det er vanskelig å argumentere for at kombinerte VHF- og UHF antenner er en naturlig del av et program for reinvesteringer innenfor dagens avtaler. Kostnader for bytte av antenner hos slutt kunder behandles i kapittel 2.3.

I Scenario 4 er det allokert 25 millioner kroner til replanlegging og andre prosjektkostnader.

2.2 Signalpakker: Kapasiteter og kostnader

Prosjektmandatet inkluderer også en analyse av kapasitetsbruk innenfor scenariene 2 – 4. Det er særlig antall signalpakker («MUXer») som driver behovet for kapasitet. Hver signalpakke bruker 8 MHz spektrum. Ved bruk av DVB-T og H.264 har hver MUX en

brutto kapasitet på rundt 22 Mbit/s. Det er rimelig å anta at kapasiteten øker med rundt 50 % med innføring av DVB-T2 og H.265. Figur 8 viser våre estimater av hvordan frekvensbruk og netto overføringskapasitet varierer med antall MUXer.

Antall Mux	3	4	5	6	7
Netto MHz	24	32	40	48	56
Brutto MHz - estimert	~144	~224	~320	~432	~560
DVB-T Mbit/s (brutto)	66	88	110	132	154
DVB-T2 Mbit/s (brutto)	99	132	165	198	231

Figur 8. MUXer, estimert frekvensbruk og kapasitet. Kilde: Nexia

Tabellen over indikerer at med dagens nettstruktur og planregime vil det kun være plass til fire MUXer dersom 700 MHz-blokka disponeres til andre tjenester. Som Figur 9 viser er det 224 MHz tilgjengelig i Scenario 2, 3 og 5 for bakkebasert TV, mens Scenario 4 har rundt 290 MHz tilgjengelig ettersom DVBT-blokka også tas i bruk til TV.

Frekvensbånd	Sce 1	Sce 2	Sce 3	Sce 4	Sce 5
UHF lav	470	470	470	470	470
UHF høy	790	694	694	694	694
DVBT lav				174	
DVBT høy				240	
Samlet kapasitet MHz	320	224	224	290	224

Figur 9. Tilgjengelige frekvenser i scenariene. Kilde: PT, Nexia analyse

Antall MUXer er også en viktig driver for systemkostnaden. Årsaken til dette er at investeringskostnaden for et bakkenett varierer med antall MUXer og som vi allerede har diskutert henger årlig systemkost tett sammen med dette. Basert på en sammenstilling av kostnadsanalysene til Analysys og Teleplan sammen med informasjon fra NTV har vi tatt fram følgende estimater for hvordan kostnaden for sendestasjoner varierer med antall MUXer:

Antall MUX	Årskost sendestasjoner
3	67 %
4	80 %
5	100 %
6	121 %
7	130 %

Figur 10. MUXer og årskost sendestasjoner. Kilde: Nexia

I tillegg har vi justert kostnad for regionalt matenett i noen tilfeller. Dagens regionale matenett er i stor grad basert på radiolinjer med 155 Mbit/s brutto kapasitet. Når mange MUXer tas i bruk vil det være nødvendig å oppgradere det regionale matenettet til høyere kapasiteter. I slike tilfeller har vi antatt at årskostnaden for det regionale matenettet øker med 40 %.

2.3 Migrering fra dagens nett

Innledning

I tillegg til kostnadselementene som vi allerede har diskutert finnes det tre elementer som henger tett sammen med overgangen til et bakkenett uten 700 MHz-båndet:

- Arbeid på sendestasjoner
- Kostnader for nye dekodere
- Kostnader for nye antenner hos sluttbrukere

Dette kapitlet vil drøfte disse kostnadselementene. Men først er det nødvendig å diskutere hvordan en migrering kan gjennomføres. Overgang til nye plattformer i et telenett er nesten alltid en kompleks øvelse, og sammenliknes ofte med ombygging av et veikryss uten at man samtidig stopper trafikken. Det finnes mange måter å gjennomføre en migrering på. Dette kapitlet drøfter noen av disse måtene og alternativet som vi har basert kostnadsmodelleringen på.

Dobbeldistribusjon

Scenario 2 er relativt enkelt i den forstand at man beholder eksisterende teknologi. Dette betyr at senderne kan beholdes og byttes ut etter behov. Det er heller ikke behov for å endre dekodere eller antenner.

I Scenario 3 og 4 er det imidlertid nødvendig å bytte sendere og dekodere på grunn av overgang til DVB-T2 og H.265. Man kan tenke seg en form for dobbeldistribusjon hvor man sender både med DVB-T og DVB-T2 i en periode inntil alle brukere kan motta DVB-T2 signaler. Overgangen fra det analoge til det digitale bakkenettet ble gjennomført på denne måten i perioden 2007 – 2009. I dag dobbeldistribueres radio på FM-båndet og i «DAB-båndet» mellom 174 – 240 MHz.

Dobbeldistribusjon krever imidlertid frekvenser til begge sendeplattformer, og med dagens frekvensplan og nettstruktur vil dette bety løsninger hvor både DVB-T og DVB-T2-nettet vil måtte redusere programinnhold. I tillegg høye driftskostnader vil også dobbeldistribusjon trolig kreve nye investeringer i antenner på sendestasjoner.

Migrering i stedet for dobbeldistribusjon

Vi anser derfor ikke at dobbeldistribusjon er den beste måten å gjennomføre en migrering til et bakkenett uten bruk av 700 MHz-blokka. Dersom man sikrer at alle dekodere er oppgradert eller byttet slik at de støtter både DVB-T/H.264 og DVB-T2/H.265 kan migrering gjennomføres i løpet av relativt kort tid.

En av utfordringene på sendestasjonene som MUXene står er tilgjengelig plass. Det er avgjørende å gjøre disse MUX skiftene på en slik måte at man har behov for minst mulig ny plass. Vi tror derfor det mest aktuelle scenarioet er å migrere MUX for MUX.

Vi ser for oss at en montør besøker en sendestasjon og monterer en ny DVB-T2 MUX som aktiveres. Ved neste besøk blir en av DVB-T MUXene slått av og nedmontert samtidig som neste DVB-T2 MUX blir montert og aktivert². Denne prosessen fortsetter fram til alle nye MUXer er på plass og alle de gamle MUXene er fjernet. Basert på samtaler med erfarne prosjektledere har vi antatt at antall besøk på sendestasjon er lik to besøk per DVB-T2 MUX pluss fem andre besøk. Dette er typisk befaringer og

² I praksis vil aktivisering og deaktivering trolig gjennomføres når alle MUXer i en bestemt region er ferdig montert.

sikkerhetskontroller. I Scenario 4 har vi lagt til to besøk på grunn av antennearbeid. For sendestasjoner i satellittskyggenettet har vi antatt at det er nødvendig med tre besøk på alle stasjoner siden disse har kun en MUX. Figur 11 viser hvordan antall oppdrag på sendestasjon varierer med Scenario og antall MUXer.

Scenario	Antall MUXer				
	3	4	5	6	7
2	2	2	2	NA	NA
3	11	13	15	17	NA
4	NA	15	17	19	21

Figur 11. Antall oppdrag per sendestasjon. Kilde: Nexia

Kostnaden per besøk vil variere betydelig med sendestasjonens størrelse og lokasjon. Eksempelvis vil arbeid i mast på Tryvannstårnet kreve flere montører til stede og vare flere dager. I gjennomsnitt har vi brukt en kostnad på 15 000 kroner per oppdrag per sender. I sum varierer kostnaden mellom rundt 30 og 160 millioner for de ulike scenariene. Dette er dyrt, men samtidig er det betydelig lavere enn hva det ville kostet å dobbeldistribuere DVB-T og DVB-T2 i eksempelvis ett år.

Kostnader for bytte av dekodere og antenner

Med en slik migreringsstrategi er det også nødvendig å sikre at alle dekodere støtter både første og annen generasjons DVB før man skrur av den første MUXen. Kostnaden for dette vil særlig avhenge av hvor mange dekodere som må subsidieres for å få dette til. For å få denne kostnaden så lav som mulig er det viktig at kombinerte DVB-T og DVB-T2 dekodere blir kommersielt tilgjengelig på et tidlig tidspunkt. Dette kan RiksTV og NTV ha viktig innflytelse på. I dag har RiksTV rundt 280 000 betalende kunder³. Dersom vi antar at hver av disse i gjennomsnitt har litt under to dekodere finnes det i dag rundt 500 000 dekodere hos faste kunder som må byttes før migrering kan gjennomføres. En stor del av disse vil trolig kundene (og RiksTV) ønske å bytte i tidsrommet før 2021 som vi antar vil være migreringstidspunkt for alle scenarier, og vi anslår at 150 000 dekodere må subsidieres. Videre har vi satt 1 250 kroner som subsidie per dekode. Dette skal dekke en standard dekode samt kostnader for logistikk og kundeservice. I sum vil dette da koste litt under 200 millioner kroner. Det vil også være mulig å delsubsidere dekodere og på den måten ha mulighet til å sponse flere dekodere for samme beløp.

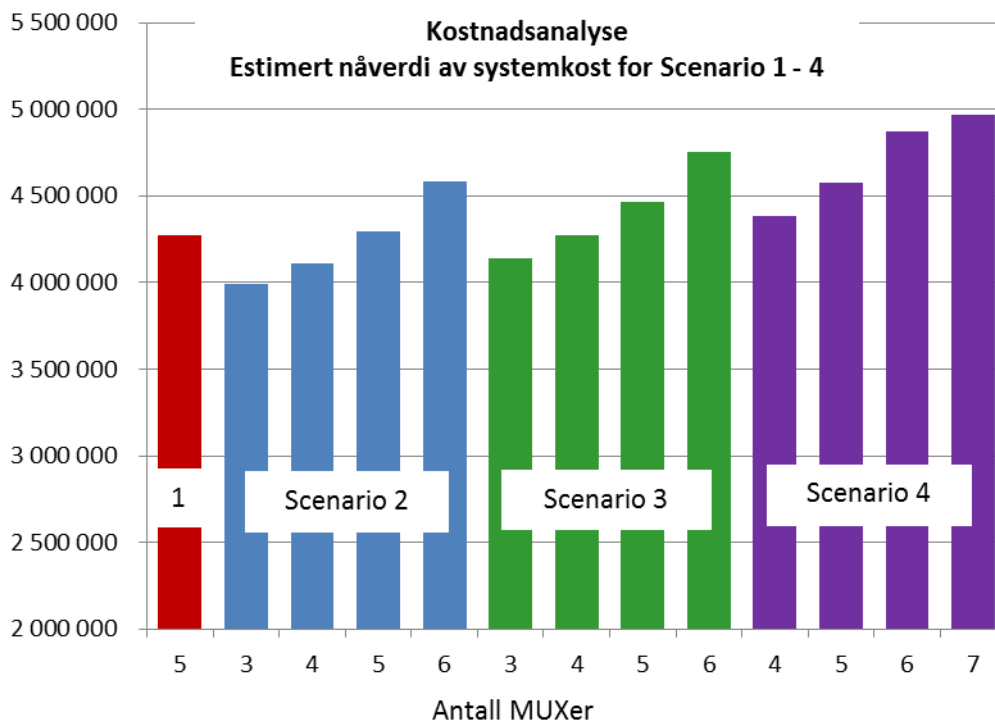
I Scenario 4 vil det også være nødvendig å bytte antenne hos sluttbruker. For å redusere denne kostnaden er det mulig å legge premium kanaler i VHF-blokka slik at kun disse kundene må bytte antenne. På dette grunnlaget har vi estimert at 15 % av kundene trenger antennebytte til kr 800 per antenne. Det er grunn til å tro at en slik migreringstaktikk vil ha kommersielle implikasjoner for RiksTV siden det vil bli vanskeligere å selge premium kanaler når nye kunder må bytte antenne for å få tilgang til slike kanaler. Dette er ikke utredet videre i dette oppdraget.

2.4 Scenario 2 – 4: Estimert systemkost

For hvert scenario og for hver variant av hvert scenario har vi estimert årlige systemkostnader i tidsrommet 2015 – 2036. I årene til og med 2020 er årlig systemkost likt for alle scenariene siden vi har forutsatt at alle endringer skjer fra og med 2021.

³ RiksTV har også rundt 233 000 gratiskunder som kun har tilgang til NRKs kanaler. Vi antar at disse må finansiere sin egen dekode.

Videre er årlig systemkost neddiskontert med en kapitalkostnad på 8,37 %. Nåverdien av systemkostnaden for alle varianter av scenariene 1 – 4 vises i Figur 12. Y-aksen starter på 2 000 millioner slik at forskjellen i systemkost kommer tydeligere fram.



Figur 12. Scenario 1- 4, Nåverdi av estimert systemkost 2015 – 2036, NOK 000

Det er liten tvil om at Scenario 4 er det mest kostbare scenariet. Her tilkommer alle migrasjonskostnader i form av antennebytte, dekodebytte, senderarbeid og replanlegging. I Scenario 3 er det ikke nødvendig å bytte antenner, og med samme antall MUXer reduseres systemkostnaden med drøyt 100 millioner kroner. I Scenario 2 er det heller ikke nødvendig å bytte dekodere, og dette reduserer nåverdi av systemkostnaden med ytterligere 150 millioner kroner.

Innenfor hvert scenario varierer også estimert systemkost med antall signalpakker. Forskjellen mellom minste antall signalpakker og største antall er estimert til rundt 550 millioner kroner i systemkost i løpet av perioden. Årsaken til dette er særlig den relativt store forskjellen i kostnad for sendestasjoner og regionalt matenett for ulikt antall signalpakker.

En sammenlikning av estimert systemkost mellom scenariene viser følgende resultater:

- Sammenliknet med Scenario 1 har samtlige varianter av Scenario 4 en høyere estimert systemkost.
- Med Scenario 2 har variantene med hhv 3 og 4 signalpakker en lavere estimert systemkost enn Scenario 1, men begge disse variantene har samtidig lavere kapasitet enn Scenario 1.
- Innenfor Scenario 3 er varianten med 3 signalpakker rundt 130 millioner kroner rimeligere. Kostnaden for Scenario 3 med 4 signalpakker er nesten lik Scenario 1. Kapasiteten i Sce3-3 er 90 % av Scenario 1 mens Sce3-4 har rundt 20Mbit/s høyere netto kapasitet enn Scenario 1. Med andre ord: Vi estimerer at man med Scenario 3 og med 4 signalpakker kan få en høyere kapasitet til omtrent dagens kostnad samtidig som man frigjør hele 700 MHz-blokk.

3 Scenario 5: TV over LTE

Dette kapitlet drøfter kostnader for Scenario 5 som betyr at DVB-T fases ut og det etableres et digitalt bakkenett basert på mobilteknologi (LTE Multicast/ eMBMS) i frekvensspekteret 470-694 MHz. Kravet til dekning skal være det samme som i dagens bakkenett (basisnett og satellittskyggenett). Utredningen skal beregne kostnadene for det digitale bakkenettet med samme krav til innholdskapasitet som i de øvrige scenariene.

Kalkylene for Scenario 5 er forbundet med større usikkerhet enn hva tilfellet er for scenariene 1 – 4. Scenario 5 benytter teknologi som fortsatt er umoden, og vi vet ikke om bruk av LTE Multicast vil bli populært nok til å oppnå de kostnader og stordriftsfordeler som er lagt til grunn i våre kalkyler. I tillegg er det usikkerhet rundt antall sendestasjoner som er nødvendig for oppnå ønsket dekning og kostnader forbundet med etablering av disse.

3.1 Beskrivelse

LTE, et akronym for Long-Term Evolution, ofte markedsført som 4G LTE, er en standard for trådløs kommunikasjon av data i høy hastighet for mobiltelefoner og dataterminaler. Til forskjell fra GSM («2G») og UMTS («3G») bruker LTE den såkalte IP-protokollen for all transport av data. De første LTE-nettene ble lansert i Oslo og Stockholm av TeliaSonera i 2009. I dag er LTE i ferd med å bli en global standard for mobilnett, og standarden støtter en rekke frekvensbånd.

LTE Unicast

Alle LTE-nettene som vi kjenner i dag bruker unicast som metode for å frakte data. Dette er en lite effektiv måte å distribuere populære TV-kanaler på. I dag har LTE-nettene en kapasitet på rundt 150 Mbit/s per celle som dekker et gitt geografisk område. Dette betyr at en celle kan kun betjene 30 brukere av gangen dersom all kapasitet i cellen dedikeres til transport av en HDTV-kanal som er kodet til 5 Mbit/s kapasitet. Over tid – særlig med introduksjon av LTE-Advanced – vil kapasitet per celle øke kraftig, men det er likevel vanskelig å se hvordan distribusjon av en lineær TV-pakke med unicast kan bli en bærekraftig forretningsmodell.

LTE Multicast

Bruk av multicast eller broadcast (eMBMS) er mer effektivt for distribusjon av tradisjonell TV over mobilnett. Med et såkalt MBSFN (Multimedia Broadcast Single Frequency Network) vil man kunne etablere et nasjonalt kringkastingsnett basert på mobil teknologi. Med disse metodene blir samme signal sendt til alle (broadcast) eller mange (broadcast) brukere av gangen. Dette betyr at frekvensbruk kan reduseres betydelig sammenliknet med unicast.

Kostnadmessig sett er det også en annen faktor som må vurderes: Spørsmålet om det skal bygges et dedikert LTE-nett for lineær TV eller om man kan ta utgangspunkt i et eksisterende LTE-nett og utvide dette med funksjonalitet for multicast eller broadcast. Som vi skal se senere i kapitlet har dette stor betydning for estimerte systemkostnader.

3.2 Sendestasjoner, kostnader og kostnadsdrivere

Den viktigste kostnadsdriveren for alle radionett som vi kjenner er antall sendestasjoner som er nødvendig for å oppnå en bestemt kombinasjon og dekning og kapasitet. I et kablet nett er det vanligvis mulig å ta fram presise estimater for hvilke kapasiteter som faktisk leveres. I radionett blir dekning estimert på grunnlag av statistiske beregninger eller såkalt propagasjonsmodellering. Dette er nødvendig for å lage en fornuftig utbyggingsplan, men den er like fullt forbundet med større usikkerhet enn hva tilfellet er for kablede nett.

En propagasjonsmodell er også såpass ressurskrevende at det ikke har vært en del av prosjektmandatet å ta fram dette. For å vurdere rekkevidde og kapasitetskrav har vi derfor benyttet to andre rapporter som datagrunnlag. Den ene rapporten er skrevet av forskere på Ericsson og drøfter frekvenskrav for lineær TV over LTE [4]. Ericsson er en viktig leverandør av mobilt utstyr og har derfor en egeninteresse av å framsnakke LTE. Vi har imidlertid ingen grunn til å mistro forfatterne av rapporten, og har lagt deres estimater til grunn for vår analyse.

Forskerne finner blant annet at spektraleffektivitet i et LTE broadcast scenario vil variere med rekkevidde fra basestasjon. Dette er et viktig poeng fordi det driver anslagene for antall basestasjoner som er nødvendig for å levere en gitt kapasitet.

Vi har tatt utgangspunkt i en rekkevidde på 5 km⁴ for lineær TV over LTE. Basert på en detaljert propagasjonsmodell finner forskerne at man kan regne med en spektraleffektivitet på 1 bit/sekund/Herz med bruk av på utendørs antenne. Med andre ord: Dersom man skal frakte broadcast innhold med 100 Mbit/s brutto kapasitet kreves det 100 MHz spektrum for å få det til. Med kortere avstand til sendestasjon øker spektraleffektiviteten. Med 2 km rekkevidde kan samme jobben gjennomføres med rundt 33 MHz. Alt annet likt vil dette imidlertid kreve en seksdobling av antall sendestasjoner sammenliknet med 5 km rekkevidde. Vi understreker at disse estimatene er basert på teoretiske beregninger. Det er derfor knyttet usikkerhet til hvor mye kapasitet man kan få utnyttet i Scenario 5.

Antall sendestasjoner

For å estimere antall sendestasjoner har vi tatt utgangspunkt i kostnadsanalysen som Nexia gjennomførte for Fornyings- og administrasjonsdepartementet i 2013 [5]. Rapporten inneholdt kostnadsestimater for bredbåndsdekning for ulike aksessmetoder, dekningsgrader og kapasiteter. Blant annet brukte vi dekningsystemet TABS til å estimere antall sendestasjoner som kreves for å oppnå ulike dekningsgrader dersom man kan bruke 5 km som gjennomsnittlig rekkevidde fra sendestasjon. Estimatenes for antall sendestasjoner er basert på denne analysen, men vi har justert anslagene for å tilpasse disse til bakkenettets dekning.

Bakkenettet har i dag en husstandsdekning på rundt 98 %. I tillegg er det etablert rundt 550 satellittskyggesendere som dekker rundt 5 200 husstander. For å oppnå 98 % dekning med 5 km rekkevidde anslår vi at det er nødvendig med litt over 2 600 sendestasjoner så lenge disse kan plasseres i henhold til en radioplan som er tilpasset et dedikert nett. Videre er det nødvendig med (minst) 550 sendere i satellittskyggeområder som gir til sammen rundt 3 100 sendestasjoner. Til sammenlikning har dagens bakkenett rundt 980 sendestasjoner og Nødnett har rundt 2 100 stasjoner.

⁴ Ericsson-rapporten bruker begrepet «Inter-Site-Distance» som tilsvarer rekkevidde x 2.

Dersom nettet skal etableres med utgangspunkt i et eksisterende LTE-nett har vi antatt at antall sendestasjoner må økes med 15 % til 3 600 stasjoner. Årsaken til denne økningen er at man mister noe fleksibilitet i radioplanleggingen når man forutsetter at man kun kan bygge på eksisterende lokasjoner. Etableringskostnaden per sendestasjon blir imidlertid betydelig lavere siden store deler av nødvendig infrastruktur (eksempelvis mast, hytte, strøm, matenett) allerede er etablert. I kalkylen for et eksisterende nett har vi imidlertid inkludert en ekstra kostnad for 225 stasjoner som må etableres i områder som verken dekkes av LTE eller satellitt. I dag finnes rundt 550 sendere i satellittskyggenettet, men vi regner med at demografiske endringer og en bedre dekning med LTE kan redusere antallet til 225.

Kostnad per sendestasjon

Det er stor forskjell på etableringskostnad for ulike typer av sendestasjoner. Vi har delt inn kostnaden i grupper som vist i tabellen nedenfor.

Type nett	Antall	Etableringskost per stasjon
Dedikert LTE-nett		
Etablering av ny BTS i eksisterende sendestasjoner	1 600	500 000
Nye sendestasjoner	1 500	1 250 000
Sum dedikert LTE-nett	3 100	860 000
Eksisterende LTE-nett		
Oppgradering BTS i eksisterende stasjoner	3 375	250 000
Etablering av dekning i skyggeområder	225	750 000
Sum eksisterende LTE-nett	3 600	281 000

Figur 13. Estimert etableringskostnad for ulike typer av sendestasjoner.

Estimatene er tatt fram i samarbeid med erfarne utbyggere av radionett. Det er en betydelig forskjell i estimert etableringskost mellom et eksisterende og et dedikert (les: nytt) LTE-nett. I et eksisterende nett er kostnadene oftest forbundet med oppgradering av elektronikk og antenner siden store deler av infrastrukturen allerede eksisterer. For et nytt nett må man i større grad regne med å etablere nye sendestasjoner eller bekoste en mer omfattende oppgradering. I sum har vi antatt en gjennomsnittlig etableringskost på 860 000 kroner per sendestasjon i et dedikert nett og 281 000 kroner i et eksisterende nett.

På samme måte som i scenariene 2 – 4 har vi benyttet initielle investeringer (etableringskost) som driver for løpende kostnader for sendestasjoner og regionalt matenett. Vi anslår at årskostandelen⁵ i Scenario 5 er 17 %. Dette er tre prosentpoeng lavere enn i DVB-scenariene og skyldes særlig fire faktorer:

- Servicekostnaden vil trolig være noe lavere på LTE-utstyr siden dette er mer standardisert enn DVB-utstyr.
- LTE-nett har stordriftsfordeler siden man trolig kan oppnå bedre avtaler med supportleverandører på grunn av større volumer.
- Mer energieffektivt utstyr
- Lettere tilgjengelige basestasjoner

⁵ Årskostandel er årlige kostnader for sendestasjoner og regionalt matenett som andel av estimert etableringskost.

Dobbeldistribusjon og migrasjonskostnader.

I motsetning til DVB-alternativene anser vi at det er nødvendig å dobbeldistribuere LTE-basert TV sammen med Scenario 1 i en periode. Vi kjenner ikke til dekodere som støtter både DVB og LTE Multicast/ eMBMS, og selv om dette skulle finnes vil det ta relativt lang tid å etablere et LTE-nett. Vi har derfor regnet med at LTE dobbeldistribueres sammen med Scenario 1 i 12 måneder i tidsrommet 2020/2021. Dette betyr en ekstra kostnad på rundt 400 millioner kroner.

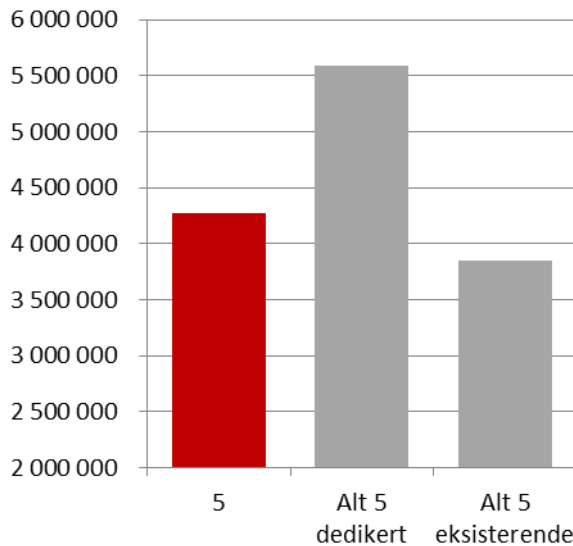
Dobbeldistribusjon har viktige implikasjoner på frekvensbruk. Den enkleste måten er trolig å redusere antall MUXer i DVB-nettet til 4 slik at estimert brutto frekvensbruk blir rundt 224 MHz. Så lenge NTV disponerer hele 700-båndet og kan bruke frekvensene til andre teknologier enn DTT har man da litt under 100 MHz ledig til LTE-basert distribusjon.

I LTE-alternativene har vi også tatt inn noe høyere kostnader for subsidiering av dekodere og (særlig) antennekostnader.

3.3 Scenario 5: Andre kostnader og estimert systemkost

I et LTE-scenario vil det også være nødvendig å etablere de andre elementene som vist i Figur 2. Vi har lagt til grunn at disse kostnadene vil være de samme som hva tilfellet er for de andre elementene.

Basert på dette får vi samlede systemkostnader som vises i Figur 14.



Figur 14. Nåverdi systemkost - Scenario 5. NOK 000

Estimatene viser at kostnaden for et dedikert LTE-nett for lineær TV-distribusjon blir betydelig høyere enn dagens nett. Et dedikert LTE-nett som kun brukes til en tjeneste vil ha høye etableringskostnader siden det er nødvendig å ta store engangskostnader på mange sendestasjoner.

Det vil være rimeligere å ta utgangspunkt i et eksisterende LTE nett og bygge ut dette til å støtte multicast/ broadcast distribusjon av lineær TV. Våre estimer viser at dette har lavere kostnader enn dagens system, men vi understreker at denne teknologien fortsatt er på prøvestadiet og at kvaliteten på kostnadsestimatene er lavere for alternativ 5 enn hva tilfellet er for alternativ 1 – 4. For å realisere alternativ 5 er det blant annet viktig at det etableres broadcast standarder innenfor LTE som har begrenset eller ingen kapasitet i returkanalen som frakter oppstrøms trafikk fra sluttbruker og til nettet.

KILDER

- [1] Norges televisjon, «Historien om det digitale bakkenettet».
- [2] Analysys, «Digital Terrestrial Television in Norway,» 2002.
- [3] Copenhagen Economics, «WACC for Broadcasting - Terracom,» 2007.
- [4] Ericsson, «Spectrum Requirements for TV Broadcast Services using Cellular Transmitters,» 2011.
- [5] Nexia, «Kostanalyse - bredbåndsdekning i ulike varianter,» 2013.
- [6] Post- og teletilsynet, «Det norske markedet for elektroniske kommunikasjons tjenester 2013,» 2014.

Vedlegg 1 – Indekser

	Konsumpris- indeks	Indeks for gjennomsnittlig månedslønn - industri	Kraftpris, nettleie og avgifter for husholdninger
2004	112.4	95.1	75.6
2005	113.6	100.8	75.2
2006	115.6	102.8	92.8
2007	117	108.8	72.6
2008	121.3	115	88.0
2009	124	119.6	85.0
2010	127.1	125.5	102.1
2011	129.7	132.8	100.4
2012	130.4	138.9	79.5
2013	133	143.5	88.1

Kilde: SSB

Vedlegg 2 – Datakilder og metodikk

Kostnadsanalysen er gjennomført sett fra NTVs perspektiv. Dette betyr at vi har tatt utgangspunkt i NTVs faktiske kostnader i dag og framskrevet disse til konsesjonsperiodens utløp i 2021. I tillegg har vi tatt inn kostnadselementer som ikke er NTVs ansvar men som er vesentlige for drift og vedlikehold av bakkenettet. For perioden mellom 2021 og 2036 har vi sett på teknologisk og kostnadsmessig utvikling for å estimere framtidige kostnader.

Kalkylene er basert på analyser av kontantstrømmer, og vi refererer til summen av driftskostnader og investeringer som systemkost. Alle kostnader vises som nominelle kroner så lenge noe annet ikke er spesifisert.

Analysen er i stor grad basert på konkurransesensitiv informasjon som vi har mottatt fra NTV og NTVs kunder og samarbeidspartnere. Dette er verdifull informasjon i forhandlingssituasjoner, og full åpenhet rundt dette kan føre til bedriftsøkonomiske tap. Vi har forsøkt å løse dette ved å slå sammen ulike kostnadskategorier slik at konkurransesensitiv informasjon ikke blir offentliggjort samtidig som det er mulig å forstå kostnadselementer og kostnadsdrivere på et overordnet nivå.

Kostnader i dag

Fra NTV fikk vi innsyn i kostnader for 2014 fordelt på de viktigste kostnadselementene. I tillegg fikk vi informasjon om hvordan prisene for sendestasjoner og regionalt matenett – som er de viktigste kostnadselementene – reguleres etter utviklingen av tre prisindekser. I tillegg har vi hatt kontakt med RiksTV og NRK om kostnader som er en del av systemkost men som ikke NTV er ansvarlig for. Basert på dette anser vi at anslaget for systemkost i 2015 er robust.

Informasjonen fra NTV var imidlertid på et overordnet nivå. For å gjennomføre en mer detaljert analyse kombinerte vi vår egen erfaring med utbygging av radionett med Teleplans opprinnelige kalkyle for bakkenettet. Denne inneholder informasjon på node- og sambandsnivå om bakkenettet slik det var planlagt i 2004. Modellen anslo også drifts- og investeringskostnader for de viktigste nettelementene basert på input fra en rekke leverandører, og er et godt utgangspunkt for en analyse av kostnadsdrivere i ulike scenarier.

Den detaljerte Teleplan-modellen var imidlertid basert på et scenario med 3 MUXer. Ettersom dagens nett består av 5 MUXer har vi justert anslagene i samarbeid med våre egne eksperter og kalibrert modellen med prisutvikling fra 2005 og til idag. På denne måten har det vært mulig å ta fram en kostnadsmodell som er robust på et overordnet nivå og samtidig er detaljert nok til å gjennomføre kostanalyse av en rekke scenarier og varianter.

Kostnader i årene framover

Den grunnleggende modellen hadde imidlertid to svakheter. For det første hadde den ingen vurdering av hvordan innføring av DVD-T2/H.265 ville påvirke kostnadsbildet. I tillegg hadde den ingen støtte for kostnader forbundet med migrasjon fra dagens teknologiske plattform og til en annen.

For å vurdere disse elementene har vi tatt utgangspunkt i egen teknologiforståelse og kompetanse fra store migreringsprosjekter. Vi har også hatt verdifulle diskusjoner på et overordnet nivå med fagfolk på Norkring, RiksTV og NTV.

Kostnaden for innføring av ny teknologi (i 2021) er basert på vår vurdering av prisutvikling for hhv. DVB-T og LTE utstyr. Historisk sett har det vært en tydelig sammenheng mellom driftskostnader og etableringskostnader, og i kapittel 1 drøfter nivået på årskostandel (driftskostnader som andel av etableringskostnader) i dagens bakkenett. Årlige kostnader i Scenario 2 – 5 er basert på hvordan investeringskostnader og årskostandelen vil variere sammenliknet med Scenario 1.

Kostnader for migrasjon beskrives i kapittel 2.3. Opprinnelig planla vi for å dobbeltdistribuere dagens nett sammen med de andre alternativene over ett år eller to. Dette er imidlertid svært kostbart samtidig som man vil oppleve frekvensmessige utfordringer. For scenario 2 – 4 har vi kostnadsmodellert en migrering uten dobbeltdistribusjon. Vi anser at dette er mulig å gjennomføre, men understreker at vi ikke har gjennomført noen form for teknisk analyse av dette. Selve migrasjonsprosessen og kostnader forbundet med dette er i hovedsak estimert av prosjektmedlemmene.

Andre datakilder

I tillegg til rapportene som er satt opp i kildelisten har vi brukt web-informasjon til å sjekke av våre egne forutsetninger om teknologisk og kostnadsmessig utvikling. På nettsidene til NTV finnes detaljert informasjon om bakkenettet og overgangen fra analog til digital distribusjon av TV.

Dagens struktur er lagt til grunn

En viktig forutsetning for analysen er at vi har lagt dagens nettstruktur til grunn for kostnadsanalysen i Scenario 1 - 4. En reduksjon i «bakkenettsfrekvenser» vil kreve en replanlegging av nettet som igjen kan føre til lavere dekning og behov for etablering av nye sendestasjoner. En slik analyse vil kreve detaljert radioplanlegging og har ikke vært en del av mandatet til dette prosjektet.

Vi har også antatt at det finnes ledig plass på sendestasjoner og master. I tilfeller hvor det ikke er slik kan det medføre ekstra etableringskostnader. Før migreringstidspunkt i 2021 skal imidlertid det norske FM-nettet trolig legges ned. Dette vil frigjøre plass på mange sendestasjoner.

Om Scenario 5

Kalkylene for Scenario 5 er forbundet med større usikkerhet enn hva tilfellet er for Scenario 1 – 4. Scenario 5 benytter teknologi som fortsatt er umoden, og vi vet ikke om bruk av LTE Multicast vil bli populært nok til å oppnå de kostnader og stordriftsfordeler som er lagt til grunn i våre kalkyler. I tillegg er det usikkerhet rundt antall sendestasjoner som er nødvendig for oppnå ønsket dekning og kostnader forbundet med etablering av disse.

Vedlegg 3 – Kostnadsdrivere oppsummert

Systemkost - År 2015		Kilde
Sendestasjoner og regionalt matenett (MNOK)		NTV
Andre kostnader (MNOK)		NTV, RiksTV, NRK
Sum systemkost 2015 (MNOK)		
Kostnadsvekst og diskonteringsrente		
Kostnadsvekst 2015 - 2021	2 %	SSB, Nexia analyse
Kostnadsvekst 2021 - 2036	2 %	SSB, Nexia analyse
Diskonteringsrente	8.37 %	Copenhagen Economics
Årskostandeler		
Årskostandel 2003 - 2005	21 - 22%	Analysys, Teleplan, Nexia analyse
Energiforbruk per DVB stasjon, 2021 vs 2005	50 %	Nexia estimat
Andre kostnader på DVB stasjon 2021 vs 2005	100 %	Nexia estimat
Årskostandel DVB, 2021	20 %	Nexia estimat
Energiforbruk per LTE stasjon, 2021 vs 2005	40 %	Nexia estimat
Andre kostnader på LTE stasjon 2021 vs 2005	90 %	Nexia estimat
Årskostandel LTE 2021	17 %	Nexia estimat
Investeringer 2021 - DVB Scenarier		
DVB investeringskost 2021 vs 2005, reelle kroner	63 %	Nexia estimat
Estimert KPI, 2021 vs 2005	1.34	Nexia estimat
DVB investeringskost 2021 vs 2005, nominelle kroner	97 %	Nexia estimat
Migrasjonskostnader - År 2021		
Replanlegging + prosjekledelse, MNOK		Kostnadsdriver
Scenario 2	5	Arbeidstimer
Scenario 3	20	Arbeidstimer
Scenario 4	25	Arbeidstimer
Scenario 5	50	Arbeidstimer
Arbeid på eksisterende nett		
Kost per oppdrag - NOK	15 000	Kost/oppdrag
Se Figur 11 for antall oppdrag per sendestasjon		
Scenario 2 - MNOK	30-35	Antall oppdrag
Scenario 3 - MNOK	95 - 135	Antall oppdrag
Scenario 4 - MNOK	120 - 160	Antall oppdrag
Scenario 4 - Bytte antenner		
Investering per sendestasjon (NOK)		
Small	40 000	Kost/sendestasjon
Medium	260 000	Kost/sendestasjon
Main	2 500 000	Kost/sendestasjon
Satskygge	75 000	Kost/sendestasjon
På sendestasjon (MNOK)	155	Antall sendestasjoner
Hos sluttbruker (MNOK)	35	Andel kunder som trenger ny antenne
Antall nye antenner	42 300	
Kost per antenne (NOK)	800	
Bytte dekoder hos sluttbruker, MNOK		
Kost per dekoder (NOK)	1 250	
Antall dekodere	150 000	
Sum Scenario 3 + 4 (MNOK)	190	Antall dekodere
LTE Investeringer - År 2021		
Etableringskost - dedikert nett, MNOK	2 700	Nexia analyse
Etableringskost - eksisterende nett, MNOK	1 000	Nexia analyse
Dekodere, antenner, annet - MNOK	510	Nexia analyse
Nye dekodere hos sluttbruker, MNOK		
Kost per dekoder (NOK)	1 250	
Antall dekodere	250 000	
Nye antenner hos sluttbruker		
Kost per antenne (NOK)	800	
Antall nye antenner	250 000	
LTE nettinvesteringer - detaljert		
Type nett	Antall	Etableringskost per stasjon
Dedikert LTE-nett		
Etablering av nye BTS i eksisterende sendestasjoner	1 600	500 000
Nye sendestasjoner	1 500	1 250 000
Sum dedikert LTE-nett	3 100	860 000
Eksisterende LTE-nett		
Oppgradering BTS i eksisterende stasjoner	3 375	250 000
Etablering av dekning i skyggeområder	225	750 000
Sum eksisterende LTE-nett	3600	281 000