

# Nye dekningsberegninger og vurdering av NRKs regionsnett på DAB

15. september 2016



## Sammendrag

Den 10. februar 2015 konkluderte Nasjonal kommunikasjonsmyndighet (Nkom) med at slukkevilkåret angående NRKs digitale radiodekning var oppfylt. Ifølge Nkoms vurderinger hadde NRKs DAB-nett (Regionblokka) per 1. januar 2015 en befolkningsdekning<sup>1</sup> på ca. 99,5 prosent, mens FM-nettet hadde en befolkningsdekning på ca. 98,6 prosent i FM stereo.

Etter at Nkom utarbeidet sin rapport basert på dekningen per 1. januar 2015, har NRK satt i drift mange nye stasjoner. NRK vil fra 2017 utelukkende benytte DAB+ til radiodistribusjon. Dette formatet har en mer robust koding og vil gi bedre følsomhet og dermed potensielt bedre rekkevidde enn DAB-formatet.

Kulturdepartementet (KUD) ba Samferdselsdepartementet (SD) i brev datert 6. september 2016 om bistand fra Nkom til å foreta en ny vurdering av dekningen til NRKs DAB-nett sammenliknet med NRK P1 i FM stereo og samtidig foreta en vurdering av NRKs DAB-nett sammenliknet med FM mono.

Denne nye rapporten er en oppdatering av de beregningene og vurderingene angående NRK's DAB-nett / Regionblokka som ble publisert av Nkom i rapport med tittel «Vurdering om dekningsvilkår for avvikling av FM er oppfylt»<sup>2</sup>, i februar 2015.

### **Nkom har beregnet og vurdert at befolkningsdekningen på Regionblokka har økt med ca. 0,2 prosentpoeng.**

Nkoms samlede vurdering basert på rapporten fra 2015 og beregninger med oppdatert sendernettsvarer en befolkningsdekning for Regionblokka på anslagsvis 99,7 %.

Videre viser Nkoms beregninger og vurderinger at NRKs DAB-nett nå har en befolkningsdekning omlag som FM mono. FM mono har en beregnet befolkningsdekning på ca. 99,6 % (FM stereo er 98,6 %) (FM mono er beregnet med et signal 6 dB lavere enn FM stereo).

Overgangen til DAB+ kan gi et mer robust signal og bedre følsomhet. Dette kan, avhengig av oppsett, gi ytterligere økt befolkningsdekning.

<sup>1</sup> Prosent av befolkningen som kan motta signalene på fast bosted.

<sup>2</sup> <http://www.nkom.no/aktuelt/nyheter/attachment/16724?ts=14b963eaf69>

# Innholdsfortegnelse

1 Innledning .....	4
1.1 Oppdraget.....	4
1.1.1 Bakgrunn .....	4
1.1.2 Oppdatering av beregninger og vurdering av dekning .....	4
2 Hvordan Nkom beregner dekning .....	5
2.1 DAB-blokkene i Norge .....	5
2.2 Hvordan defineres dekning?.....	5
2.3 Planleggingsparametere.....	6
2.3.1 Internasjonale avtaler for DAB.....	6
2.3.2 Internasjonale avtaler for FM.....	6
2.4 Beregningsprogram .....	7
2.5 Valg av propagasjonsmodell .....	7
2.5.1 Modell ITU-R P.1546 .....	7
2.5.2 Modell ITU-R P.1812 .....	8
2.5.3 Valg av propagasjonsmodell .....	8
2.6 Nøyaktighet i beregningene.....	9
2.6.1 Stasjonsdata .....	9
2.6.2 Befolkningsdata .....	9
2.6.3 Lokasjonssannsynlighet .....	9
2.6.4 Kvaliteten på mottakerne.....	10
2.6.5 Forsterkning av mottatt signal i énfrekvensnett (SFN-forsterkning).....	10
2.6.6 DAB+ .....	11
3 Dekningsberegninger for NRKs DAB-nett Regionblokka.....	11
3.1 Regionblokka.....	11
3.2 Beregningene .....	12
4 Drøfting av resultater, mulige feilkilder og årsaker til avvik.....	13
4.1 Drøfting av beregninger og målinger .....	13
4.1.1 Regionblokka .....	13
4.1.2 Økt følsomhet og bedre mottak med DAB+.....	14
4.1.3 NRK P1 FM-stereo .....	14
4.2 Mulige feilkilder og nøyaktighet på beregningene.....	14
4.2.1 Forskjell i propagasjonsmodeller .....	14
4.2.2 Programvare .....	15
4.2.3 Innstillinger i beregningsverktøy .....	15
4.2.4 Forskjeller i beregning av SFN-forsterkning .....	15
5 Vedlegg .....	16
5.1 Referanser .....	16
5.2 Ordliste .....	17

# 1 Innledning

## 1.1 Oppdraget

### 1.1.1 Bakgrunn

KUD ba SD i brev datert 28. oktober 2013 om bistand fra Nkom til å beregne og avgjøre om slukkevilkårene knyttet til dekning i stortingsmeldingen Meld. St. 8 (2010-2011) om digitalisering av radiomediet var oppfylt.

Nkom konkluderte den 10. februar 2015 blant annet med at slukkevilkåret angående NRKs digitale radiodekning var oppfylt. Ifølge Nkoms vurderinger hadde NRKs DAB-nett (Regionblokk) per 1. januar 2015 en befolkningsdekning på ca. 99,5 prosent, mens FM-nettet hadde en befolkningsdekning på ca. 98,6 prosent i FM stereo.

På bakgrunn av Nkoms og Medietilsynets vurderinger har Regjeringen konkludert med at kriteriene for å digitalisere det riksdekkende radionettet er oppfylt og at det riksdekkende radionettet vil digitaliseres etter en regionvis plan i løpet av 2017.

Etter at Nkom utarbeidet sin rapport basert på dekningen per 1. januar 2015, har NRK satt i drift 128 nye DAB-sendere og justert mange av de eksisterende 762 senderne. NRK vil også fra 2017 utelukkende benytte DAB+ formatet som potensielt gir bedre dekning enn DAB-formatet, da DAB+ har en mer robust koding og har bedre følsomhet.

### 1.1.2 Oppdatering av beregninger og vurdering av dekning

KUD ba SD i brev datert 6. september 2016 om bistand fra Nkom til å foreta en ny vurdering av dekningen til NRKs DAB-nett sammenliknet med NRK P1 i FM stereo og samtidig foreta en vurdering av NRKs DAB-nett sammenliknet med FM mono.

Denne rapporten er derfor en oppdatering av de beregningene og vurderingene på NRKs DAB-blokk/ Regionsblokk som tidligere ble publisert i rapport «Vurdering om dekningsvilkår for avvikling av FM er oppfylt»<sup>3</sup>, i februar 2015.

Nkom vil i denne rapporten i tillegg gjøre noen betraktninger vedrørende dekningen til FM mono i forhold til DAB. NRKs sendernet på FM er uendret siden beregningene i 2015 og det vil ikke bli gjort nye beregninger bortsett fra nivåbetraktninger for mottak av FM mono.

---

<sup>3</sup> <http://www.nkom.no/aktuelt/nyheter/attachment/16724?ts=14b963eaf69>

Følgende kriterier som framgikk av tidligere mandat fra KUD og SD er også lagt til grunn for de oppdaterte dekningsberegningene:

- Beregning av dekning for P1-mottak på FM-nettet er utført iht. den internasjonale avtalen GE84[6] og for stereo FM-mottak.
- Beregning av dekning for DAB-mottak på Regionsblokka er utført iht. den internasjonale avtalen GE06<sup>4</sup>.
- Det er ikke spesifikke krav om arealdekning.

## 2 Hvordan Nkom beregner dekning

### 2.1 DAB-blokkene i Norge

I Norge har vi framforhandlet frekvensressurser til 4 landsdekkende sendernet for DAB(+).

DAB-nett	Dekningsområder	Status per 1.9.2016	Innehaver	Gyldighet
Riksblokk 1	Landsdekkende	Utbygd	Norkring	31.12.2031
Riksblokk 2	Landsdekkende	2 stasjoner i drift	Norkring	31.12.2031
Lokalradio-blokk	Landsdekkende, oppdelt i 37 lokalregioner	28 lokalregioner tildelt	Lokalradioaktører	31.12.2031
<b>Regionblokk</b>	<b>Landsdekkende, oppdelt i 8 regioner</b>	<b>Utbygd</b>	<b>NRK</b>	<b>31.12.2031</b>

*Tabell som viser oversikt over DAB-blokkene i Norge. NRKs DAB-blokk nederst*

### 2.2 Hvordan defineres dekning?

Det er viktig å understreke noen tekniske forskjeller mellom FM og DAB. Når FM-mottaket blir dårligere, går FM over fra stereomottak til monomottak. Dersom feltstyrken blir enda dårligere øker støyen gradvis i mottakeren, helt til det ikke lenger er mulig å skille støy og innhold. For lytteren gir dette en opplevelse av en myk overgang, og mange lyttere merker ikke forskjell på FM mono og FM stereo, spesielt ved mottak i bil eller med vanlige portable radiomottakere. Det er altså mulig å få inn signal og lytte på FM med monokvalitet på lave feltstyrkenivåer, mens DAB normalt har stereokvalitet helt til signalet faller bort.

Beregninger av FM mono er basert på den internasjonale anbefalingen fra ITU (ITU-R BS.412-9) som tilsier at FM mono har en følsomhet på 48 dBuV/m, med antenne 10 meter over bakken, altså 6 dB lavere enn FM stereo som i henhold til standard har en minimum feltstyrke på 54 dBuV/m. Det er i noen tilfeller mulig å lytte på FM mono på lavere feltstyrker enn 48 dBuV/m dersom en har radiomottakere med god følsomhet og antenner med høy forsterkning.

<sup>4</sup> <http://www.itu.int/pub/R-ACT-RRC.14-2006/en>

Areas	Services	
	Monophonic dB( $\mu$ V/m)	Stereophonic dB( $\mu$ V/m)
Rural	48	54

*Utklipp fra anbefaling fra ITU som viser minimum feltstyrke for FM-mottak.*

I stortingsmeldingen blir befolkningsdekningen for NRK P1 FM oppgitt til ca. 99,5 %. Nkoms beregninger viser at dekningen for NRK P1 FM stereo er noe lavere.

## 2.3 Planleggingsparametere

### 2.3.1 Internasjonale avtaler for DAB

DAB benytter frekvenser i området 174-240 MHz i Norge. Dette frekvensområdet er regulert av to internasjonale avtaler. Frekvensressursene i frekvensbåndet 174-230 MHz er regulert av GE06-avtalen. Ressursene er i Norge planlagt for portabelt innendørs mottak (RPC5), det vil si en tjeneste innendørs med portable mottakere og med mottakerantenne 1,5 meter over bakken. Ressurser i frekvensbåndet 230-240 MHz er regulert av WI95revCO07-avtalen<sup>5</sup>, og er planlagt for mobilt mottak, det vil si en tjeneste utendørs for mobile mottakere og med mottakerantenne 1,5 meter over bakken. Begge disse avtalene spesifiserer også minimum feltstyrkenivåer 10 meter over bakken. Nkom har benyttet samme parametere og krav til dekning uavhengig av hvilken avtale frekvensområdet reguleres av.

Planleggingskonfigurasjon	RPC 4	RPC 5
Lokasjonssannsynlighet	99 %	95 %
Signal til støyforhold, C/N (dB)	15	15
Minimum feltstyrke ( $E_{med})_{ref}$ (dB( $\mu$ V/m)) på 10 m høyde	60	66
Minimum feltstyrke på 1,5 m høyde	48	54

*Planleggingskonfigurasjon for T-DAB hentet fra GE06 avtalen[7].*

( $E_{med})_{ref}$ : Referanseverdi for minimum feltstyrke

RPC 4: Planleggingskonfigurasjon for mobilt mottak (veidekning)

RPC 5: Planleggingskonfigurasjon for portabel innendørs mottak

### 2.3.2 Internasjonale avtaler for FM

FM-nettet som er bygget i Norge er basert på spesifikasjonene som ble fastsatt under konferansen "Stockholm 1961 for frekvensbåndet 87,5-100 MHz" og som ble replanlagt under "Regional Administrative Conference for planning of VHF Sound Broadcasting" i Genève i 1984 [6] (GE84) for frekvensbåndet 87,5-108 MHz. Norge økte i GE84 sitt programutvalg fra

<sup>5</sup> <http://www.cept.org/ecc/topics/broadcasting/t-dab/wi95revco07-special-arrangement>

ett program til fire riksdekkende programmer pluss lokalradio. Tjenesten er planlagt for fast mottak av FM stereo med utendørs antenne på 10 meters høyde. Planleggingsfeltstyrken i GE84 er 54 dB $\mu$ V/m på 10 meters høyde.

Planleggingskonfigurasjon	Beregningsverdier
Antennehøyde	10m
Feltstyrke	54 dB $\mu$ V/m
Lokasjonssannsynlighet	50 %

*Beregningskriterier for FM stereo [6]*

## 2.4 Beregningsprogram

Nkom benytter beregningsverktøyet ICS Telecom fra ATDI[12] som blant annet består av et avansert planleggingsverktøy for kringkasting.

Nkoms beregninger bygger på teoretiske modeller basert på internasjonale avtaler og sannsynlighetsberegninger. De gir en sannsynlighet for dekning og er ikke en garanti for at det er dekning på et spesielt geografisk punkt. Videre har Nkom benyttet kart fra Kartverket [15] med 100x100 m oppløsning. Det er brukt befolkningsdata fra Statistisk sentralbyrå (SSB) fra 2014.

## 2.5 Valg av propagasjonsmodell

Valg av riktig propagasjonsmodell er viktig for å få nøyaktige beregninger. ITU-R rekommandasjon 1144-6 henviser til ITU-R P.1546 og ITU-R P.1812 som alternative propagasjonsmodeller for lydkringkasting.

### 2.5.1 Modell ITU-R P.1546

P.1546 [9] er en empirisk (basert på observasjoner og målinger i felt) propagasjonsmodell som er mye brukt for frekvensplanlegging av digital kringkasting. Modellen er basert på interpolering/ ekstrapolering fra empiriske feltstyrkekurver som funksjoner av avstand, antennehøyde, frekvens og prosentvis tid.

P.1546 tar ikke hensyn til større isolerte hindringer og er ikke ømfintlig for unøyaktigheter i datagrunnlag. P.1546 er ikke spesielt egnet for komplekse diffraksjonsberegninger da den bygger på enkle prinsipper for klaring over hindringer i terrenget. Modellen gir raske beregninger av utbredelse og tap, basert på data fra virkelige målinger og dekningskurver. P.1546 tar i utgangspunktet ikke hensyn til at refleksjoner vil kunne gi økt dekning i digitale enfrekvensnett.

### **2.5.2 Modell ITU-R P.1812**

ITU-R P.1812 er basert på diffraksjon og terrengprofiler. P.1812 er den av propagasjonsmodellene som gir det mest realistiske bildet av deknningen basert på visse forutsetninger som eksempelvis nøyaktige stasjonsdata. Modellen beskriver terrenget med større nøyaktighet. DAB-teknologien er avhengig av å utnytte refleksjoner for å få den reelle befolkningsdekningen og feltstyrken vi måler i felt. Refleksjonene forbedrer radiosignalet på DAB, mens de for FM reduserer deknningen. Etersom Nkoms beregninger ved bruk av ICS Telecom ikke tar høyde for refleksjoner i beregningene kan P.1812 gi et noe pessimistisk resultat for DAB sammenlignet med reell DAB-dekning.

Både P.1546 og P.1812 er stadig under utvikling og forbedring basert på målinger av faktisk dekning i felt. Nkom har derfor benyttet de senest lanserte versjonene av propagasjonsmodellene; P.1546-5 og P.1812-3.

### **2.5.3 Valg av propagasjonsmodell**

#### Modell for DAB

Målinger Nkom har gjort på DAB-nivåer i felt viser at beregninger med P.1546-5-modellen gir et mer realistisk resultat enn modell P.1812-3, ved bruk av beregningsverktøyet ICS Telecom. Nkom har derfor valgt å benytte P.1546-5 for dekningsberegninger av DAB. Som beskrevet i avsnittet ovenfor er ikke beregningsverktøyet i stand til å ta høyde for refleksjoner i beregningene. På bakgrunn av dette vil P.1546-5, som er mindre terrengsensitiv og mindre avhengig av refleksjoner, gjenspeile deknningen bedre for DAB enn P. 1812.

Norkring som har hovedansvar for planlegging og idriftsetting av Regionblokka bruker en propagasjonsmodell kalt IRT-3D som er tilpasset norske forhold i sin planlegging og beregning av dekning for DAB. Modellen tar hensyn til refleksjoner, noe som øker signalstyrken, gir bedre SFN<sup>6</sup>-forsterkning og kan gi et mer nøyaktig bilde av deknningen sammenlignet med P.1546-5 og P.1812-3. Modellen er optimalisert basert på målinger i felt for å gi et mest mulig realistisk bilde av deknningen. IRT-3D modellen er ikke tilgjengelig i ICS Telecom.

#### Modell for FM

Beregninger vår programvareleverandør ATDI har gjort, basert på nøyaktige feltmålinger, viser at modell P.1812 er mer nøyaktig for FM enn P.1546. Ekstern ekspertise fra Frankrike [11] og Storbritannia [19] som Nkom har benyttet til kvalitetssikring av beregninger og vurderinger, har også anbefalt modell P.1812 for beregninger av FM. Basert på anbefalingene valgte Nkom å benytte propagasjonsmodell P.1812 for dekningsberegninger for NRK P1 på FM-nettet.

<sup>6</sup> Singel Frequency Network eller enfrekvensnett. Et nettverk bygd opp av flere sendere som sender likt innhold på samme frekvens.



Norkring bruker modellen LS tunable for FM som er utviklet av programvareleverandøren deres, LS-Telcom. Modellen er optimalisert basert på målinger i felt for å gi et mest mulig realistisk bilde av dekkningen.

## 2.6 Nøyaktighet i beregningene

Nøyaktigheten i beregningene er avhengig av at stasjonsdata<sup>7</sup> er korrekte. Stasjonsdata er kontrollert og sammenlignet med data fra Norkring for å verifisere at de er riktige. Det forutsettes også at installasjon av senderstasjoner er gjort i henhold til stasjonsdata oppgitt til Nkom, herunder at kabellengde, konnektorer, antenner og annet senderutstyr er i henhold til spesifikasjoner.

### 2.6.1 Stasjonsdata

Underlaget for beregningene på Regionsblokka er stasjonsdata innhentet fra Norkring basert på utbygging og idriftsetting pr 1.9.2016.

Det er ikke gjort noen endringer på sendernettet for FM siden forrige beregning i februar 2015 slik at antall stasjoner er uendret.

Sendernet	Antall Stasjoner 1.1.2015	Antall Stasjoner 1.9.2016
NRK Regionblokka	762 stasjoner	890 stasjoner
NRK P1 FM	1170 stasjoner	1170 stasjoner

*Oversikt over antall stasjoner i NRKs sendernet*

### 2.6.2 Befolkningsdata

Beregningene er gjort med befolkningsdata fra Statistisk sentralbyrå (SSB) og baserer seg på tall fra 2014. Koordinatene/ adressepunktene er hentet fra Matrikkelen<sup>8</sup>, mens personer knyttet til koordinatene er hentet fra Det sentrale folkeregisteret (DSF)<sup>9</sup>.

Den digitale terrengmodellen som er brukt av Nkom har en oppløsning på 100x100 m og befolkningsdata er implementert med samme nøyaktighet.

### 2.6.3 Lokasjonssannsynlighet

Beregningene er gjort på kart som er delt opp i firkanter på 100x100 meter.

Lokasjonssannsynlighet er et mål på hvor stor prosentandel av en slik firkant som statistisk sett vil ha høy nok signalstyrke for en gitt tjeneste. For å definere at en rute har dekning må 50

<sup>7</sup> Koordinater, høyder, plassering av antenner mm.

<sup>8</sup> Matrikkelen er landets offisielle eiendomsregister. Den inneholder en oversikt over eiendommer, eiendomsgrenser, adresser og bygninger.

<sup>9</sup> Det sentrale folkeregister (DSF) (almennelig kalt Folkeregisteret) er et offentlig register over alle personer som har en tilknytning til Norge.

% av arealet være dekket for FM og 95 og 99 % for DAB, avhengig om det gjelder innendørs eller utendørs DAB-dekning (RPC4 eller RPC5).

#### 2.6.4 Kvaliteten på mottakerne

Kvaliteten på mottakerne har stor betydning for om det er mulig å motta et signal som gir tilfredsstillende lytteforhold. Dette gjelder spesielt i randsoner hvor signalet er svakt.

Nkom har ikke innhentet oversikt over følsomheten til alle mottakerne som er i bruk i Norge og forholder oss derfor til spesifikasjonene som er oppgitt i internasjonale avtaler og standarder.

Teknologi	Minimum feltstyrkenivå
FM stereo	54 dB $\mu$ V/m feltstyrke 10 m over bakken [6]
FM mono	48 dB $\mu$ V/m feltstyrke 10 m over bakken
DAB	66 dB $\mu$ V/m 10 m over bakken [7]
DAB+	63 dB $\mu$ V/m 10 m over bakken

*Feltstyrkenivåer for radiomottakere*

Nivået for FM mono er basert på anbefaling fra ITU. Minimum feltstyrke for DAB+ er basert på internasjonale studier<sup>10</sup> samt vurderinger fra Nkom.

#### 2.6.5 Forsterkning av mottatt signal i énfrekvensnett (SFN-forsterkning)

I digitale kringkastingsnett har vi det som kalles énfrekvensnett eller SFN (Single Frequency Network) hvor et nett er bygd opp av flere sendere som sender likt innhold på samme frekvens. Fordelen med slike nettverk er at en mottaker kan benytte seg av signaler fra én eller flere sendere i nettet, samt signaler utsatt for refleksjoner, diffraksjoner og spredning. Det finnes flere måter for mottageren å legge sammen disse signalene og beregne en SFN-forsterkning.

Nkom har brukt en synkroniseringsmetode i beregningene som kalles «first server». "First server" er en enkel synkroniseringsmetode som bruker det første signalet som blir mottatt over en viss terskelverdi. Det finnes mottakere med mer avanserte synkroniseringsmetoder som vil ha bedre følsomhet og gi noe bedre dekning. Hvordan mottakerne er designet er gjerne en forretningshemmelighet og Nkom har ikke oversikt over hvordan mottakerne på det norske markedet er designet. Mer informasjon om synkroniseringsmetoder kan finnes i EBU-rapporten «Technical basis for T-DAB services network planning and compatibility with existing broadcasting services», TR 021. [18]

<sup>10</sup> Rapporter fra blant annet Ægis, Ofcom og IRT

### 2.6.6 DAB+

NRK vil i 2017 utelukkende bruke DAB+ formatet. DAB+ har mulighet for å bruke en mer robust koding som vil gjøre at følsomheten kan bli ca. 3 dB bedre enn for DAB. DAB+ koding vil derfor kunne gi en bedre dekning enn DAB.

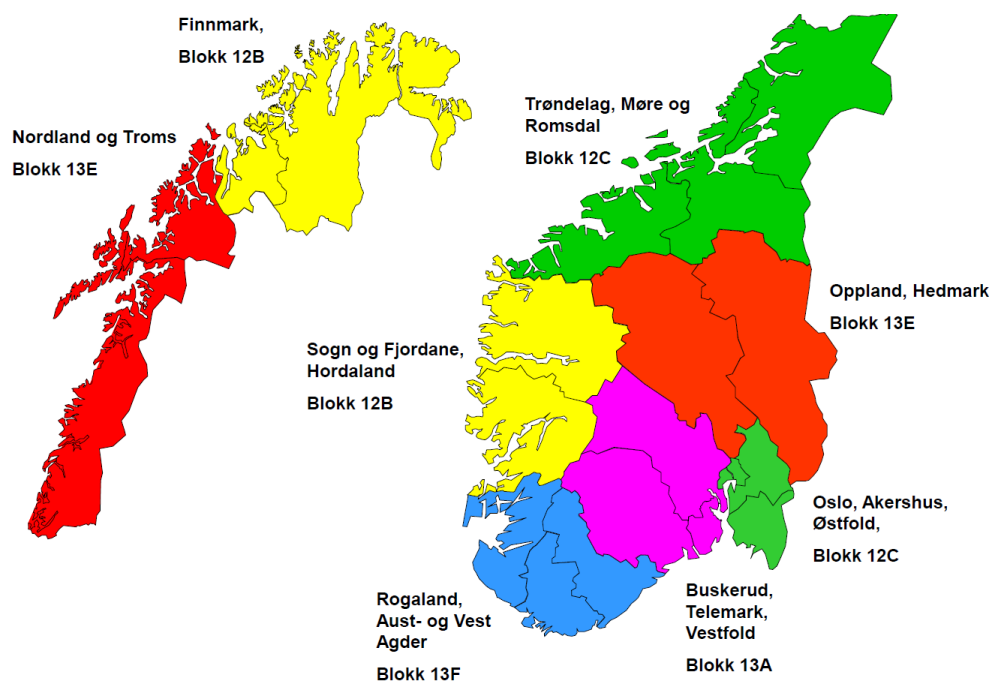
Basert på internasjonale studier og anbefalinger vurderer Nkom at DAB+ vil gi god dekning på en feltstyrke på 63 dBuV/m 10 meter over bakken.

## 3 Dekningsberegninger for NRKs DAB-nett Regionblokka

### 3.1 Regionblokka

Regionblokka er tildelt NRK og delt opp i 8 regioner. Hver region kan sende eget innhold og denne muligheten blir brukt til lokale sendinger som for eksempel Østlandssendingen. Storparten av tiden brukes til nasjonale sendinger for NRK P1, P2, P3 osv., og dekningen blir beregnet per region og kombinert til en nasjonal dekning.

Kravet til Regionblokka er at den skal ha tilsvarende befolkningsdekning som NRK P1 stereo på FM.



Regionblokka (NRKs DAB-nett)

### 3.2 Beregningene

Tabellen under viser resultatene av beregningene foretatt med propagasjonsmodellene ITU-R P.1546-5 for DAB og ITU-R P.1812-3 for FM. Det er gjort beregninger på DAB med SFN-forsterkning og interferens mellom regioner.

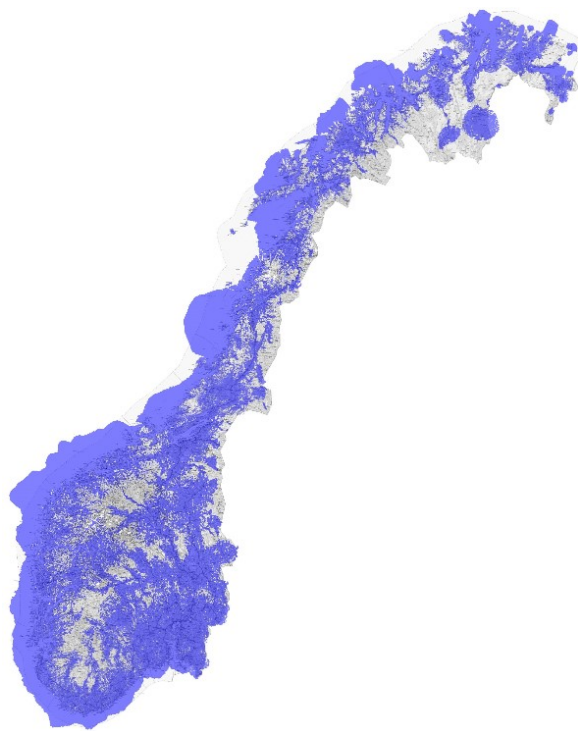
Interferens er kalkulert individuelt for hver enkelt SFN, og deretter er alle interferenskartene kombinert for å bygge en "nasjonal dekning" som blir brukt i befolkningsanalyser. Interferens fra naboland er beregnet til å være så lav at den ikke blir tatt med i resultatet.

Sendenett	Beregning feb 2015	Beregning sept 2016
<b>Regionblokka (NRKs DAB-nett)</b> med interferens og SFN-forsterkning	<b>98,4 %</b> (modell P.1546-5)	<b>98,6 %</b> (modell P.1546-5)
<b>Regionblokka (NRKs DAB-nett)</b> med DAB+ koding		<b>99,2 %</b> (modell P.1546-5)
<b>NRK P1, stereo</b>	98,6 %	<b>98,6 %</b> (modell P.1812-3)
<b>NRK P1, mono</b> (6 dB bedre følsomhet)		<b>99,6 %</b> (modell P.1812-3)

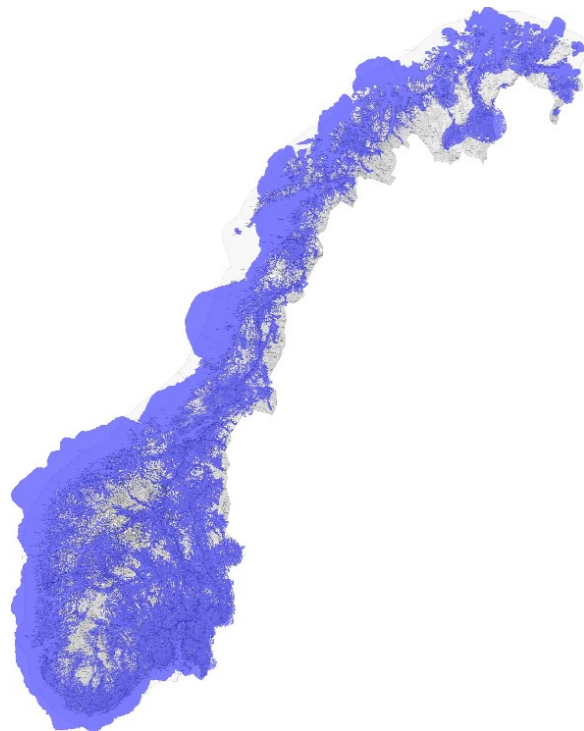
*Dekningsberegninger Regionblokka og P1 FM-stereo og mono*

Nkoms beregninger i forbindelse med verifisering av slukkekravene i 2015 viste at NRK P1 FM-stereo og NRKs DAB-nett har tilnærmet samme befolkningsdekning. Beregningene etter at det er satt i drift 128 nye stasjoner for DAB samt justeringer i sendernettet viser at dekningen for NRKs DAB-blokk har økt med ca. 0,2 prosentpoeng. Overgangen fra DAB til DAB+ teknologi kan forbedre dekningen ytterligere.

Sendernettet til NRK P1 på FM er uendret og har fortsatt en dekning på ca. 98,6 % for FM stereo. Beregning av dekning på FM mono basert på anbefalinger fra ITU gir en dekning på ca 99,6 %, forutsatt at FM mono har 6 dB lavere nivå enn FM stereo.



*Innendørsdekning Regblokka, 66 dBµV/m*



*Regblokka DAB+, 63 dBµV/m*

## 4 Drøfting av resultater, mulige feilkilder og årsaker til avvik

### 4.1 Drøfting av beregninger og målinger

#### 4.1.1 Regionblokka

Når det gjelder Regionblokka, beregnet Nkom befolkningsdekningen til å være 98,6 % med propagasjonsmodell P.1546-5. Dette er en økning av dekningen med ca. 0,2 prosentpoeng i forhold til dekningsberegningen fra februar 2015 som gav 98,4 %. Med propagasjonsmodellen IRT-3D beregnet Norkring dekningen på Regionblokka til 99,5 %. Modellen er justert basert på målinger i felt for å gi et mest mulig realistisk bilde av dekningen. IRT-3D-modellen tar hensyn til refleksjoner fra terrenget, noe som øker SFN-forsterkningen og bidrar til økt dekning i et digitalt nett. Dette gir økt dekning i dalfører og fjorder, hvor andre modeller ikke beregner like god dekning. Basert på målinger i felt har Nkom verifisert at IRT-3D- beregningene stemmer bra med reell målt dekning, og bedre enn P.1546-5 som ikke tar hensyn til gevinsten ved refleksjoner. Det viser at den reelle dekningen, når en tar hensyn til refleksjoner, vil være anslagsvis 99,7 %.

#### **4.1.2 Økt følsomhet og bedre mottak med DAB+**

Våre beregninger viser at overgangen til DAB+ teknologi vil øke dekningen på Regionsblokkene med ca. 0,6 prosentpoeng, fra 98,6 til ca. 99,2 %. Dersom en nok en gang tar hensyn til refleksjoner og resultater fra feltmålinger vil dette etter våre vurderinger tilsvare en reell befolkningsdekning på anslagsvis 99,8 %.

#### **4.1.3 NRK P1 FM-stereo**

Nkoms beregninger fra februar 2015 viste at NRK P1 FM-stereo har en befolkningsdekning på ca. 98,6 % (modell 1812-3), mens Norkring egne beregninger gir en dekning på 97,9 % (LS-tunable). LS-tunable er en modell basert på feltmålinger tilpasset beregningsverktøyet som Norkring bruker (CHIRplus fra LS-Telcom). Forskjellene i resultatene til Nkom og Norkring er sannsynligvis relatert til ulike beregningsverktøy og propagasjonsmodell.

Sendernettet til NRK P1 på FM er uendret og har fortsatt en stereo-dekning på ca. 98,6 %. Beregning av dekning på FM mono basert på anbefalinger fra ITU gir en befolkningsdekning på 99,6 %. Det er viktig å understreke at dette er en beregnet dekning basert på at FM mono kan motta et signal som er 6 dB svakere enn for FM stereo og at disse beregningene på FM ikke er verifisert ved hjelp av feltmålinger.

### **4.2 Mulige feilkilder og nøyaktighet på beregningene**

Nøyaktigheten i beregningene er avhengig av mange forskjellige faktorer som valg av propagasjonsmodell, programvare og innstillinger, SFN-forsterkning, kartunderlag osv. Nkom har fått bistand fra programleverandøren, ATDI, og ekstern konsulent, dC2enlightenment, til å kvalitetssikre våre parametere og beregninger.

#### **4.2.1 Forskjell i propagasjonsmodeller**

Valg av beregningsmodell eller propagasjonsmodell har stor betydning for resultatet. Norkring som har ansvar for design og utbygging av sendernettet bruker en modell kalt IRT-3D som er optimalisert for norske forhold i sin planlegging og beregning av dekning for DAB. Modellen er justert basert på målinger i felt for å gi et mest mulig realistisk bilde av dekningen.

IRT-3D-modellen tar hensyn til refleksjoner fra terrenget, som også bidrar til dekningen i et digitalt enfrekvensnett. Dette gir dekning i dalfører og fjorder, hvor en del andre modeller ikke har mulighet til å beregne reell dekning. IRT-3D-modellen[14] er en proprietær modell basert på en programvare IRT (Institut für Rundfunktechnik) har utviklet basert på feltmålinger. Den er implementert i dataverktøyet fra LS-Telcom som Norkring bruker, men ikke i dataverktøyet som Nkom benytter, ICS Telecom.

Nkom har derfor valgt å bruke en ITU-modell, P.1546-5, for DAB-beregninger. Den er forankret i internasjonale avtaler for kringkasting, men tar i utgangspunktet ikke hensyn til gevinsten av økt dekning basert på refleksjoner.

#### **4.2.2 Programvare**

Nkom bruker beregningsprogrammet ICS fra ATDI i sine beregninger. Dette beregningsprogrammet og de matematiske modellene bygger på anerkjente standarder og modeller.

#### **4.2.3 Innstillinger i beregningsverktøy**

Det finnes mange muligheter for innstillinger i propagasjonsmodellene og Nkom har etterstrebet å bruke verdier som passer med norske forhold og som gir et best mulig bilde av den reelle dekningen. I tillegg til innstillinger som gjelder forskjellige matematiske modeller er det også innstillinger som definerer høyde på vegetasjon og bygninger, såkalt clutter. Det er viktig å definere et clutter som gir et riktig snitt av det som er aktuelt på landsbasis.

#### **4.2.4 Forskjeller i beregning av SFN-forsterkning**

I motsetning til FM bruker DAB en teknologi som bygger på at en bruker samme frekvens i en region eller i hele landet, såkalt enfrekvensnett eller SFN (Single Frequency Network). En DAB-mottaker kan ta inn to eller flere sendere samtidig og kombinere signalene slik at kvaliteten blir forbedret. Forbedringen blir kalt SFN-forsterkning og skal gi utvidet dekning. Denne forbedringen kan beregnes på flere måter og er også avhengig av designet på mottakeren. Nkom har beregnet med en enklere metode som kalles «first server», men en antar at en stor del av mottakerne på det norske markedet har en mer avansert server-metode som gir bedre følsomhet og mottak. Det framgår også av mottakertesten Nkom-publiserte i juni 2016. DAB+ -mottakerne som ble testet hadde en følsomhet som var i snitt 4-5 dB bedre enn kravet i standarden.

## 5 Vedlegg

### 5.1 Referanser

- [1] Medietilsynet, <http://www.medietilsynet.no/>
- [2] NRK, <http://www.nrk.no/informasjon/>
- [3] Norkring, <http://www.norkring.no/>
- [4] Meld. St. 8 (2010-2011) Digitalisering av radiomediet, <https://www.regjeringen.no/nb/dokumenter/meld-st-8-20102011/id632619/>
- [5] Kulturdepartementet (KUD), <https://www.regjeringen.no/nb/dep/kud/id545/>
- [6] GE84. Final Acts of the Regional Administrative Conference for the Planning of VHF Sound Broadcasting (Region 1 and Part of Region 3) Geneva, 1984, <http://www.itu.int/pub/R-ACT-RRC.5-1984>
- [7] GE06 Final Acts of the Regional Radiocommunication Conference for planning of the digital terrestrial broadcasting service in parts of Regions 1 and 3, in the frequency bands 174-230 MHz and 470-862 MHz (RRC-06), <http://www.itu.int/pub/R-ACT-RRC.17-2006>
- [8] WI95revCO07-avtalen, <http://www.cept.org/files/1051/Topics/Broadcasting/T-DAB/WI95revCO07/WI95revCO07.pdf>
- [9] Propagasjonsmodell 1546, [http://www.itu.int/dms\\_pubrec/itu-r/rec/p/R-REC-P.1546-5-201309-!!!PDF-E.pdf](http://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/p/R-REC-P.1546-5-201309-!!!PDF-E.pdf)
- [10] Propagasjonsmodell 1812, [http://www.itu.int/dms\\_pubrec/itu-r/rec/p/R-REC-P.1812-3-201309-!!!PDF-E.pdf](http://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/p/R-REC-P.1812-3-201309-!!!PDF-E.pdf)
- [11] ATDI, programvareleverandør, <http://www.atdi.com/>
- [12] ATDI, ICS Telecom beregningsverktøy, <http://www.atdi.com/ics-telecom/>
- [13] LS-Telcom CHIRplus beregningsverktøy, <http://www.lstelcom.com/en/products-services/network-planning-tools/broadcast-mobile-tv/>
- [14] IRT-3D, <http://www.irt.de/en/activities/programme-distribution/wave-propagation-and-field-strength-predictions.html>
- [15] Kartverket, <http://www.statkart.no/>
- [16] Elveg, <http://www.kartverket.no/Kart/Kartdata/Vegdata/Elveg/>
- [17] EBU, <https://tech.ebu.ch/>
- [18] EBU, Planlegging av DAB, TR021, <https://tech.ebu.ch/docs/techreports/tr021.pdf>
- [19] Eksternt konsulentselskap, dC2enlightenment, <http://www.dc2ecs.com/>



## 5.2 Ordliste

Allotment	Brukes om DAB-områder som bruker samme frekvens, enfrekvensnett eller SFN. Kan være hele landet eller mindre områder (fylke eller deler av fylker).
DAB	Digital Audio Broadcasting (forkortet DAB) er en standard for digital lydkringkasting.
DAB+	DAB+ er en nyere versjon av DAB som benytter MPEG-4 komprimering og bedre koding for feilkorrigering. Den generelle effekten av å sende i DAB+ er en bedre utnyttelse av frekvensene og bedre terskelverdier.
dB $\mu$ V/m	Er en teknisk måleenhet for signalstyrke og er i denne sammenheng brukt til å beskrive signalstyrken/ mottaksforholdene til radioene.
Diffraksjon	Bøyningsfenomener ved forplantning av bølger
EBU	European Broadcasting Union – den europeiske kringkastingsunion
Frekvensblokk	Frekvensblokk eller mux/ multipleks et begrep for å beskrive kanalene som pakkes/ settes sammen i en multiplekser. Båndbredde for en DAB-mux er på 1,53 MHz)
Lokasjonssannsynlighet	Mål på hvor stor prosentandel av en kartrute (eksempelvis 100 x 100 m) som statistisk sett vil ha høy nok signalstyrke for en gitt tjeneste. For å definere at en rute har dekning må 50 % av arealet være dekket for FM og 95 % for DAB.
Propagasjonsmodell	Matematisk modell for å beregne karakteristikken og utbredelse av radiobølger basert på funksjoner som eksempelvis, avstand, høyde, frekvens og prosentvis tid.
RPC	For å forenkle planleggingsprosessen er det nyttig å redusere antall mulige planleggingskonfigurasjoner til bare noen få, som forventes å bli brukt oftere. Disse typiske planlegging-konfigurasjonene kalles Referanse Planlegging konfigurasjoner (RPCS). De er ikke identisk med "ekte" nettverksimplementasjoner, men de er nyttig for kompatibilitetsanalyse.
SFN	Singel Frequency Network eller enfrekvensnett. Et nettverk bygd opp av flere sendere som sender likt innhold på samme frekvens.
Tidssannsynlighet	Mål på hvor stor prosent av tiden en tilstand kan oppstå, eksempelvis interferens.