

# Nytt liv for lågfrekvent kringkasting

Ei vurdering av framtidig bruk av kort-, mellom- og langbølge

2. oktober 2006



**UTGJEVE AV NORTHERN STAR MEDIA SERVICES AS 2.oktober 2016 i samråd med NKOM, Nasjonal Kommunikasjonsmyndighet  
Nygård 1, Lillesand - Postadresse: Postboks 93, 4791 Lillesand - Org.nr: 974 446 871**

Post- og teletilsynet  
Postboks 447 Sentrum, 0104 Oslo  
Tel: 22 82 46 00  
[www.npt.no](http://www.npt.no)



# Innholdsliste

Innholdsliste .....	2
1. Bakgrunn.....	3
2. Etablering av prosjektet .....	3
2.1. Prosjektgruppa .....	3
2.2. Avgrensingar av arbeidet .....	3
3. Vurdering av ulike parameter i DRM-standarden .....	4
3.1. Val av modulasjonsparameterar og vurdering av audio bitrate for DRM .....	4
4. Nasjonalt nett basert på lang- og mellombølgje .....	4
4.1. Dei norske tildelte frekvensane etter GE75 .....	5
4.2. Aktuelle frekvensressursar for eit digitalt riksnett (DRM) .....	5
4.3. Konklusjon.....	6
4.4. Moment til vidare arbeid.....	7
5. Bruk av LPC-kanalar for lokalradionett .....	7
5.1. LPC-frekvensar (Low-Power Channels).....	7
5.2. Dekningsberekningar .....	7
5.3. Konklusjon frå dekningsberekningane .....	8
5.4. Økonomiske vurderingar .....	8
5.5. Koordinering av LPC med naboland .....	8
5.6. Tidsperspektiv.....	8
5.7. Konklusjon.....	9
5.8. Moment til vidare arbeid.....	9
6. Internasjonale sendingar frå norsk jord.....	9
6.1. Internasjonal kringkasting frå Noreg? .....	9
6.2. Vurdering av stasjonspunkt.....	10
6.3. Aktuelle frekvensressursar for internasjonale sendingar .....	10
6.4. Vurdering av modulasjon for DRM ved internasjonale sendingar .....	11
6.5. Konklusjon.....	11
6.6. Moment til vidare arbeid.....	11
7. Andre moment .....	12
7.1. Tilgang på DRM-utstyr for forbrukarane .....	12
7.2. Strålingsfrykt.....	12
8. Konklusjon.....	12

Vedlegg 1 – Norske stasjoner etter GE75

Vedlegg 2 – Frekvensar på lang- og mellombølgje som er i bruk i/frå Noreg i dag

Vedlegg 3 – Dekningsberekning for Fredrikstad med 1 kW-sendar på Øra

Vedlegg 4 – Dekningsberekning for Gjøvik-Lillehammer med 1 kW-sendar

Vedlegg 5 – Dekningsberekning for Alta med 1 kW-sendar i Alta sentrum

Vedlegg 6 – Dekningskart for 216 kHz frå Utsira (1200 kW) og Roumoules (1400 kW), og for 1314 kHz frå Kvitsøy (1200 kW). Begge karta er for dagtid.

Vedlegg 7 – Effektiv ledingsevne i Noreg

Vedlegg 8 – Val av modulasjonsparameterar og vurdering av audio bitrate for DRM

Vedlegg 9 – Sammendrag av ITU-R BS1615 (2003)

Vedlegg 10 – Kapittel 4.8 i Annex 2 til GE75 – Koordineringsreglar for LPC

# 1. Bakgrunn

Etter at DAB og internetradio kom, vart bruken av kort-, mellom- og langbølgefrequensar til kringkasting spådd ein langsam død. Dette har endra seg etter lanseringa av DRM-teknologien, og PT har mottatt ein del spørsmål rundt tilgangen til desse frekvensane. Norkring har i dag det einaste løyvet for sendingar på lang- og mellombølgje i Noreg. Dette løyvet varer til 1. november 2006. Ingen har for tida løyve for sendingar på kortbølgje. Ein oversikt over Noreg sine frekvensløyve for lang- og mellombølgje er gitt i Vedlegg 1.

Med bakgrunn i den aukande interessa for kringkasting på kort-, mellom- og langbølgje inviterte PT relevante departement, etatar og interessantar til eit møte i april 2006 for å kome med innspel og synspunkt på framtidig bruk av desse frekvensane. På møtet deltok representantar frå SD, KKD, Medietilsynet, Norkring, NRK og Northern Star International Broadcasters As (**no Northern Star Media Services AS**). Konklusjonen var at det absolutt er interesse for vidare bruk av desse frekvensane i Noreg, og det vart ønska at PT starta eit prosjekt for å vurdere ulike nettalternativ basert på dei frekvensane Noreg har etter Geneve-75 avtalen (GE75), tildelingar på HFCC samt dei såkalla LPC-kanalane 1485, 1584 og 1602 kHz. Prosjektarbeidet skal munne ut i ein rapport og bør ferdigstillast i god tid før eksisterande frekvensløyve går ut, 1. november 2006.

## 2. Etablering av prosjektet

### 2.1. Prosjektgruppa

Prosjektgruppa har bestått av deltakarar frå:

Kultur- og kyrkjedepartementet

Samferdselsdepartementet

Medietilsynet

**Post- og teletilsynet (PT)**

**Norsk Lokalradio Forbund (NLRF)**

**Northern Star International Broadcasters As (no Northern Star Media Services AS)**

**Norkring**

**NRK**

P4

Radio 1/SBS Radio

Verksemdene i **utheva** skrift har i tillegg deltatt i arbeidsgruppa. Både prosjektgruppa og arbeidsgruppa leiast av PT.

### 2.2. Avgrensingar av arbeidet

Prosjektgruppa fekk kort frist til å ferdigstille arbeidet, og på kick-off møtet vart ein derfor samde om å avgrense arbeidet ut frå følgjande vurderingar:

1. Det kan framleis vere noko interesse for bruk av AM, men primært er det DRM-sendingar som vil vere interessante.

2. Vurdering av både nasjonale og internasjonale sendingar er i denne rapporten basert på bruk av dei frekvensane Noreg har etter GE75-avtalen i tillegg til LPC-kanalane.
3. Kort-, mellom- og langbølgje kan tenkast brukt til 3 typar nett i/frå Noreg:
  - a. Nasjonalt nett for NRK eller andre
  - b. Lokalområde-/regionsbasert nett for lokalradioar eller andre.
  - c. Internasjonal dekning

Basert på desse avgrensingane vart det vidare arbeidet konsentrert om 4 punkt:

1. Vurdering av DRM-parametre med utgangspunkt i ITU-R BS.1615
2. Bruk av lang- og mellombølgjefrekvensar til eit nasjonalt beredskapsnett
3. Bruk av LPC-kanalane for lokalradionett
4. Bruk av kort-, mellom- og langbølgjefrekvensar til internasjonal kringkasting frå Noreg

### **3. Vurdering av ulike parameter i DRM-standarden**

Arbeidsgruppa har i sine vurderingar tatt utgangspunkt i rekommandasjon ITU-R BS.1615 (2003). Denne skildrar planleggingsparametrane for digital lydkringkasting under 30 MHz.

Arbeidsgruppa har vidare basert seg på ITU sin konklusjon om at ein analog sendar (AM) ved konvertering til DRM skal redusere effekten med 7 dB for å oppretthalde same interferensnivå som er lagt til grunn for GE75. Som eit døme vil altså 100 kW analogt (AM) bli 20 kW digitalt (DRM). ITU konkluderer vidare med at jordbølgjedekninga blir tilnærma uendra, altså vil 20 kW digitalt (DRM, 64QAM) ha same arealdekning som 100 kW analogt (AM).

#### **3.1. Val av modulasjonsparameterar og vurdering av audio bitrate for DRM**

[NRK vil kome med ei oppsummering av dei tidlegare kapitla 3.1 og 3.2 som no er flytta til vedlegg 8. Eit samandrag av av ITU-R BS1615 (2003) er gitt i vedlegg 9]

### **4. Nasjonalt nett basert på lang- og mellombølgje**

Eit spørsmål i diskusjonen rundt overgang frå analog FM-radio til digital radio (DAB), er kva dekningsgrad NRK sitt DAB-nett vil få. Dette er særleg viktig i og med at riksnettet FM1 (P1) i dag har ein beredskapsfunksjon i tillegg til å vere ein ordinær radiokanal. Dekningsgraden for FM1-nettet er svært høg, både når ein ser på kor mange innbyggjarar som vert dekkja og arealdekninga.

I følge Norkring vil NRK sitt DAB-nett truleg få ein dekningsgrad på om lag 99% av innbyggjarane i Noreg (basert på mottak med utandørs antenne). I tillegg vil dei viktigaste vegstrekningane bli dekkja. Arealdekninga for NRK sitt DAB-nett vil likevel truleg bli lågare enn det er for FM1-nettet i dag.

Arbeidsgruppa har derfor ønska å vurdere om det er mogeleg å lage ein nasjonal dekning ved å bruke DRM på eksisterande norske lang- og mellombølgjefrekvensar. NRK ser for seg ein

eventuell bruk av eit DRM-nett som ein riksdekkande ”avart av P1” som også vil dekke behovet for eit beredskapsnett. Det er ønskeleg med eit SFN-nett.

#### **4.1. Dei norske tildelte frekvensane etter GE75**

Dei norske frekvenstildelingane på lang- og mellombølge frå GE75 er berre delvis i bruk i dag:

- Ingøy med 100 kW på 153 kHz er i planen tildelt med ein maksimal effekt på 1200 kW og geografisk plassering på Vannøy i Troms.
- Røst med 20 kW på 675 kHz er ”lånt” av Finland og vil vel neppe bli kravd tilbake. Dersom då skulle vere tilfelle, vil vår ubrukte tildeling i Finnmark (Vadsø) med 20 kW på 702 kHz truleg kunne brukast på Røst utan vesentlege endringar i interferens til og frå andre sendarar i Europa.
- Vigra (Ålesund) med 100 kW på 630 kHz er i planen tildelt med ein maksimal effekt på 1200 kW og geografisk plassering på Smøla.
- Oslo (Kløfta-sendaren) med 200 kW på 216 kHz er i planen tildelt med ein maksimal effekt på 1200 kW og geografisk plassering på Bastøy i Oslo. Denne frekvensen har ikkje vore i bruk på mange år.
- Kvitsøy ved Stavanger med 1200 kW på 1314 kHz har vore i bruk inntil 1. juli 2006.

#### **4.2. Aktuelle frekvensressursar for eit digitalt riksnett (DRM)**

Berekningar viser at dei tre sendarane som er i drift på Ingøy, Røst og Vigra vil ved ein konvertering til DRM dekke heile Nord-Noreg, dei vestlige delane av Nord- og Sør-Trøndelag og Vestlandet nord for Sognefjorden. For å betre dekninga i dei nordaustlige delane av Nord-Trøndelag bør likevel Røst auke effekten tilvarande frå 20 kW til 100 kW analogt.

I Sør-Noreg har vi frekvenstildelingane Oslo/1200 kW på 216 kHz og Kvitsøy/1200 kW på 1314 kHz. Det hadde propagasjonsmessig vore gunstig å bruke 216 kHz, men denne frekvensen er sterkt utsett for interferens frå Monaco som ikkje held har implementert krava som er nedfelt i planen om redusert utstråling nordover. Kravet til stor sendarantenne vil også gi miljømessige utfordringar.

1314 kHz som har gått med full effekt etter GE75, er godt etablert og ville derfor vore gunstig å bruke vidare. Då det no primært er snakk om innanlandsdekning er likevel ikkje frekvensen så gunstig som følge av låg jordkonduktivitet i Noreg.

Eit døme vil illustrere dette:

Dersom vi går ut frå ein jordkonduktiviteten  $3 \cdot 10^{-3}$  S/m som representativt for innlands-Noreg (denne verdien er truleg for høg), vil 100 kW på 1314 kHz har ein teoretisk jordbølgerækkevidde på ca 60 km ved feltstyrke 60 dB $\mu$ V/m. 100 kW på 630 kHz (Vigra) vil rekke ca. 150 km under same tilhøva. Med bruk av 630 kHz i staden for 1314 kHz får vi altså 2,5 gongar lengre rækkevidde.

Ei teknisk og økonomisk god løysing for Sør-Noreg vil vere å bruke fleire sendarar i eit SFN på 630 kHz. Ei SFN-løysing er mogeleg då DRM bruker COFDM, tilsvarande som DAB.

Då frekvenstildelinga på 630 kHz er 1200 kW med geografisk plassering Smøla, har vi gode høve for å kunne bruke fleire mindre sendarar utan at interferensnivået mot andre brukarar av frekvensen aukar.

I vårt geografiske område nyttar følgjande sendarar 630 kHz:

- Romania med 400 kW 24 timars tideling I GE75. Denne ligg meir enn 2000 km unna og bør ikkje gi store interferensproblem.
- Cremlingen i Tyskland på 200 kW. Sendaren er koordinert for 24 timars sending og inngjekk i mars 2005 ein 2-års avtale om formidling av "Voice of Russia". Stasjonen er planlagt brukt til DRM-sendingar frå mars 2007.  
(Sjå [http://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_medium\\_wave\\_transmitters\\_in\\_Germany](http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_medium_wave_transmitters_in_Germany) og [http://en.wikipedia.org/wiki/Cremlingen\\_transmitter](http://en.wikipedia.org/wiki/Cremlingen_transmitter) for meir informasjon)
- Lewsey Farm nær Luton i England med 200W. Kringkaster BBC Three Counties Radio (BBC 3CR). (Sjå [http://en.wikipedia.org/wiki/BBC\\_Three\\_Counties\\_Radio](http://en.wikipedia.org/wiki/BBC_Three_Counties_Radio) for meir informasjon)
- Cornwall i England med 2kW. Kringkaster BBC Radio Cornwall. Usikkert om denne framleis er aktiv.
- Djedeida i Tunisia med 600 kW. Denne stasjonen er ganske tydeleg også i Noreg ved gode transmisjonstilhøve.

Eventuelle interferensproblem frå desse sendarane må undersøkast nærmare.

I tillegg kjem sendarar som er koordinert, men som ikkje vert nytta i dag.

### **4.3. Konklusjon**

Basert på berekningar og vurderingar utført av NRK, konkluderer prosjektgruppa med følgjande forslag til implementering av eit nasjonalt nett basert på lang- og mellom bølgefrequensar:

Konvertering av sendarar i drift:

Ingøy	153 kHz	20 kW DRM
Røst	675 kHz	20 kW DRM (oppjustert)
Vigra	630 kHz	20 kW DRM

Nye sendarar:

Med ei rekkevidde for jordbølgjene på ca 150 km med 20 kW på DRM, må ein rekne med å supplere Vigra på 630 kHz i eit SFN med lik effekt for alle sendarane, t.d. fem relativt små sendarar i områda Stjørdal, Hamar, Kvitøy/Sveio og Arendal.

#### **4.4. Moment til vidare arbeid**

Arbeidet som er gjort så langt er eit grovt overslag som må supplerast med grundigare vurderingar og berekningar av m.a. sendarplassering for å oppnå tilnærma 100% arealdekning og eventuelle interferensproblem frå sendarar i andre land.

Eit anna moment er etablering av nye sendarmaster; miljømessige utfordringar, kor det er plass, kva kommunane tillet, etc.

### **5. Bruk av LPC-kanalar for lokalradionett**

#### **5.1. LPC-frekvensar (Low-Power Channels)**

For lokalradio er dei såkalla LPC-frekvensane på 1485, 1584 og 1602 kHz særleg interessante. Dette er frekvensar som alle land fritt kan nytte så sant bruken skjer etter koordineringsreglane i GE75.

Maksimalt utstrålt effekt er 1 kW. Dekningsradius for ein sendar vil typisk vere 20 km, i nokre tilfelle mykje meir, i andre tilfelle ned mot 10-15 km.

For å få best mogeleg dekning frå ein sendar på LPC, bør ein opp i 50 m antennehøgde og ei mast som er plassert i våtmarksområde. Dette vil truleg vere ei utfordring for lokalradioar som ønskjer innplassering i eksisterande master. Eit alternativ er å bruke strekkantenner.

#### **5.2. Dekningsberekningar**

Norkring har i løpet av sommaren gjennomført dekningsberekningar for bruk av 1 kW sendarar på LPC-frekvensar. For dekningsberekningane valde NLRF ut tre lokalradioområde som kvar representerer ulike standardtypar:

1. Fredrikstad (stor befolkning i lite område)
2. Gjøvik + Lillehammer (større befolkning i stort område)
3. Alta (liten befolkning i stort område)

Dekningsberekningane vart utført ved bruk av programvare utvikla av ITU. Norkring har tidlegare samanlikna teoretiske berekningar frå denne programvaren med målte verdiar, og det har vært stor grad av samanfall i resultatane, sjølv om det divergerer ikkje er mogeleg å ta omsyn både til jordkonduktivitet og refraksjon i same berekning. Karta som viser jordkonduktivitet for Noreg er for grove til å nyttast i dette arbeidet. Verdiane er derfor estimert ved bruk av kart som viser grunnforholda i dei ulike områda, t.d. myr, skog, sand, dyrka mark eller snaufjell (sjå vedlegg 7 for kart med effektiv ledingsevne i Noreg)..

Resultata av berekningane er vist i vedlegg 3, 4 og 5. Den raude konturen viser grensa for ein feltstyrke på 58 dB $\mu$ V for AM. For DRM vil dette tilsvare ein feltstyrke på 51 dB $\mu$ V. For området Gjøvik-Lillehammer er det òg teikna inn konturen for feltstyrke på 52 dB $\mu$ V for AM. Nyare undersøkingar viser at ein truleg kan rekne dekningsområdet heilt ut til 47 dB $\mu$ V for AM, tilsvarende 40 dB $\mu$ V for DRM.

### **5.3. Konklusjon frå dekningsberekningane**

Berekningane viser at LPC-sendarar på 1 kW stor sett vil gi ein dekningsradius på 20 km eller meir, også i område med terreng.

Samanlina med FM og DAB vil LPC-sendarane gi større dekningsareal. Det kan nemnast eit fjerde døme Norkring såg nærare på: Lokalradioen Radio Tri i Gudbrandsdalen (konesjonsområde 25: Øyer, Nord-Fron, Sør-Fron, Ringebu). Denne har i dag 6 FM-sendarar mellom Kvam og Øyer, men vil truleg klare å dekke same området med 2-3 DRM-sendarar i SFN på ein LPC-frekvens.

### **5.4. Økonomiske vurderingar**

NLRF poengterte at økonomi vil være avgjerande for lokalradioane ved valg mellom DAB og DRM (eller ei eventuelt nedlegging). Ved bruk av SFN for dekke større område, aukar prisen, samtidig som eit større dekningsområde kan gi interesse for at fleire radiokanalar kan dele anleggs- og driftsutgifter.

Norkring har utført ei vurdering av kostnader for DRM-sendarar samanlikna med FM-sendarar. Sidan DRM er ein ny teknologi, er prisen for komponentane ganske usikre enno, t.d. er kodaren i dag dyr, men den lagast no berre i ”superproff” utgåve, og prisen bør reduserast ein god del når standard utgåve kjem på marknaden.

Som konklusjon kan ein vente at prisen på ein 200W DRM-stasjon med antenne bør vere tilsvarende eller lågare enn ein 100W FM-stasjon. I dette reknestykket er det tatt omsyn til både innplassering på eksisterande stasjon og investeringar, og konklusjonen blir altså at kapitalverdiane kan samanliknast.

For ein fullstendig økonomisk vurdering må ein i tillegg samanlikne talet på sendarar som må til for å dekke konsesjonsområdet. Som døme vil FM og MB ha tilnærma lik dekning for ein lokalradio i Østfold, medan ein i område med meir terreng, vil kunne gå drastisk ned på talet på sendarar, jf dømet over med Gudbrandsdalen.

### **5.5. Koordinering av LPC med naboland**

Koordineringsreglar for Low-Power Channels er regulert gjennom kapittel 4.8. i Annex 2 til GE75. Dette kapittelet er tatt med som vedlegg 10.

### **5.6. Tidsperspektiv**

Lokalradioane ser på DRM som eit supplement til DAB, særleg i dei områda der topografien er vanskeleg og ei DAB-utbygging dermed vil bli svært kostbar. Det hadde vore svært ønskeleg frå bransjen si side om DRM-frekvensar kunne lysast ut saman med FM-frekvensar for neste konsesjonsperiode for lokalradioane. Medietilsynet meiner dette er lite realistisk i og med at tidsplanen for neste konsesjonsrunde allereie er knapp og det derfor vil vere svært vanskeleg å inkludere ytterlegare diskusjonsmoment inn i denne prosessen. Det vart ytra ønske om at bransjen som eit minimum burde få høve til å starte test-sendingar i løpet av inneverande eller neste konsesjonsperiode.



## **5.7. Konklusjon**

Basert på berekningar og vurderingar utført av Norkring, er konklusjonen frå prosjektgruppa at ved ein digitalisering av radioen i Noreg vil bruk av LPC for lokalradionett truleg vere eit godt alternativ til DAB i ein del konsesjonsområde. Dette gjeld særleg dei områda kor busetjinga er spreidd og/eller det er ein del høgdevariasjonar i terrenget.

For å få meir kunnskap og praktisk erfaring er det sterkt ønskeleg å få løyve til test-sendingar på DRM.

## **5.8. Moment til vidare arbeid**

Arbeidet som er gjort så langt gir ein indikasjon på korleis LPC-frekvensane kan brukast som alternativ til DAB. Det er likevel viktig å understreke at det står att mykje arbeid før ein kan få eit fullgodt bilde av om det er mogeleg å lage eit nasjonalt nett for lokalradioane, samt for kva type lokalradioområde denne teknologien kan vere eit økonomisk lønnsamt alternativ.

Dei viktigaste spørsmåla som må avklarast er:

1. Kor tett kan same frekvens brukast om att? Dette må særleg sjåast i samanheng med auka interferens om kvelden og på natta.
2. Kva er gunstige grenser for konsesjonsområda? Ved bruk av SFN aukar prisen samstundes som eit større geografisk område vert dekkja. I kva delar av landet er det grunnlag for at fleire radiokanalar går saman i eit felles SFN-nett og dermed deler anleggs- og driftsutgiftene?
3. Antenne-problematikken. 50 m antennehøgde på ei mast i våtmarksområde er det ikkje mange av i dag. Kva dekningsområde gir antenner plassert i eksisterande sendaranlegg? Er strekkantener eit realistisk alternativ?

## **6. Internasjonale sendingar frå norsk jord**

### **6.1. Internasjonal kringkasting frå Noreg?**

Historisk sett har internasjonal kringkasting på kort-, mellom- og langbølgje hatt stor interesse. Døme er kanalar som innhaldsmessig supplerte dei nasjonale kringkastarane (t.d. Radio Luxembourg), ønsket om å nå borgarar som var busett utanfor landet, og ønsket om å spreie sine religiøse eller politiske meiningar.

I dag er Radio Luxembourg stadig eit godt døme med ein fransk utgåve på AM (LB) og frå i fjor også nystarta engelske sendingar på DRM.

I samband med Northern Star International Broadcasters sitt 216 kHz-prosjekt, gjorde dei berekningar som viser at ein frå ein sendarstad nær saltvatn på Sør-Vestlandet vil kunne få 80 millionar menneske innanfor nedslagsfeltet for sendaren. Både Northern Star og andre aktørar meiner derfor at mange annonsørar vil vere interessert i å bruke dette som annonsemedium, og at internasjonal kringkastingsendingar frå Noreg dermed vil vere lønnsamme kommersielt.

Vurdering av både nasjonale og internasjonale sendingar er i denne rapporten basert på bruk av dei frekvensane Noreg har etter GE75-avtalen i tillegg til LPC-kanalane. Sidan lang- og mellombølgjefrekvensane har fått ein oppsving med DRM, er det lite truleg at Noreg kan få

låne eller overta frekvensar frå naboland. I eit vidare arbeid etter rapporten, kan det likevel vere teneleg å undersøke om det kan vere mogeleg å overta eller leige frekvensar som i dag er tildelt naboland som Sverige, Finland og Nederland.

## **6.2. Vurdering av stasjonspunkt**

Northern Star International Broadcasters har vurdert fleire ulike sendarstadar med tanke på Vest-Europeisk dekning.

Det beste alternativet ser ut til å vere på Lista-landet. Her er det fleire ulike plasseringar som kan vere gunstige: ved Farsund Radio sitt anlegg på Kviljo, Bausjø-området og ved Stave, ved Lista fyr eller Varnes fyr og Marka.

Eit anna alternativ er Jæren, enten i saman med Telenor sin Kystradio eller t.d. ved Varhaug.

Felles for desse alternativa er miljømessige problemstillingar. Det vil truleg vere enklare å få byggeløyve for nye sendarar ved eksisterande sendarstasjonar som Kvitsøy og Sveio, om råde som også vurderast som gode, men med noko mindre dekningsområde.

Eit spanande alternativ er å bruke nedlagte olje-installasjonar i Nordsjøen. Ulempene her er overtakingsprisen frå oljeselskapa samt dei praktiske problema rundt drift og vedlikehald.

## **6.3. Aktuelle frekvensressursar for internasjonale sendingar**

NRK har tidlegare ytra ønske om å halde fram med AM-sendingar på frekvensane 153, 630, 675 og 1485 kHz.

Dersom ein tar utgangspunkt i dei frekvensane Noreg er tildelt, står dermed 216 og 1314 kHz att som dei mest aktuelle frekvensane for internasjonal kringkasting frå norsk jord. Dekningskart for dagtid er gitt i vedlegg 6.

I vårt geografiske område nyttar følgjande sendarar 216 kHz:

- Monte Carlo (Plateau de Valensole i Roumoules, Frankrike) med 1400 kW. Denne sendaren har ikkje implementert skjerming nordover som spesifisert i GE75. Dersom ein tar i bruk 216 kHz frå Noreg att, må ein søkje å løyse problemet med manglande skjerming gjennom internasjonale organ.
- Gyanca i Azerbajdshan med 500 kW. Truleg ingen interferensproblem for sendingar frå Noreg.
- Krasnoyarsk i Russland med 150 kW. Truleg ingen interferensproblem for sendingar frå Noreg.
- Jeddah i Saudia Arabia med 1 MW. Truleg ingen interferensproblem for sendingar frå Noreg.

I vårt geografiske område nyttar følgjande sendarar 1314 kHz:

- Craiova og Constanta i Romania med 7 og 14 kW. Kringkaster România Actualitata.
- Ortisoara i Romania med 30 kW. Kringkaster România Cultural.
- Ohrid og Skopje i Makedonia med 10 og 5 kW. Kringkaster Radio Skopje 2/3.
- Tripolis i Hellas med 10 kW. Kringkaster NET, ERA 2, ERA SPORT og ERA Tripolis.
- Matera i Italia med 2 kW.
- Ctra C. Rodrigo (Salmanca), Reus (Tarragona) og Martinete (Cuenca) i Spania med 10, 20 og 10 kW. Kringkaster Radio Nacional 5.
- Villebon-sur-Yvette (sør for Paris) i Frankrike med 5 kW. Kringkaster Lousirs AM. (Nettstad: [www.sirprod.com/sirprodcom/index.htm](http://www.sirprod.com/sirprodcom/index.htm))

Sjølv om det er mange mindre stasjonar på 1314 kHz, vil likevel Noreg med 1200 kW frå Kvitsøy ha tilnærma full europeisk dekning på nattid. På dagtid omfattar dekningsområdet Skottland, Nordaust-England, Benelux-landa, Nord-Tyskland og det meste av Danmark.

#### **6.4. Vurdering av modulasjon for DRM ved internasjonale sendingar**

Internasjonale sendingar baserer seg på rombølgjer og må derfor nytte modus B for modulasjon av signalet og ikkje modus A som ei konkluderar med i kapittel 3.1. for nasjonale sendingar.

#### **6.5. Konklusjon**

Prosjektgruppa konkluderer med at frekvensane 216 kHz og 1314 kHz med stasjonspunkt plassert på Sør-Vestlandet truleg er best egna for internasjonale kringkastingssendingar på AM eller DRM frå norsk jord.

#### **6.6. Moment til vidare arbeid**

Med bakgrunn i at NRK har vedtatt å leggje ned sine utanlandssendingar på AM, er det tilsynelatande ikkje lengre aktuelle aktørar for eventuell direktetildeling av 216 og 1314 kHz til bruk for internasjonale sendingar. PT bør derfor vurdere nærare å lyse ut desse frekvensane for tildeling i nær framtid.

I arbeidet som ligg til grunn for denne rapporten, er det sendingar på MB og LB som er blitt vurdert og drøfta. I det vidare arbeidet bør også internasjonale sendingar på KB vurderast. Interessante frekvensområde her er m.a. 49- og 41-metersbanda for mindre ad-hoc sendarar på DRM.

## 7. Andre moment

### 7.1. Tilgang på DRM-utstyr for forbrukarane

På forbrukarsida ser det ut til at utviklinga går mot kombinerte DAB/DRM-mottakarar, eventuelt mottakarar som kombinerer både AM/FM/DAB/DRM. Fleire store aktørar i DRM-konsortiet produserer no berre kombi-chiper og ikkje single-chiper. Det er derfor grunn til å tru at forbrukarane vil få med DRM ”på kjøpet” ved kjøp av DAB-radioar. Dette er viktig for å sikre ein god lyttarbase òg for DRM.

### 7.2. Strålingsfrykt

Ein del av scenaria som er presentert i denne rapporten vil krevje store sendarar i høge master. Vi veit at mange har ein frykt for skadar frå elektromagnetisk stråling, og at nokon få heilt tydeleg reagerer med allergiliknande reaksjonar på visse typar av stråling. Denne frykta bør ikkje undervurderast, men tas med som eit moment i det vidare arbeidet.

## 8. Konklusjon

Det kan framleis vere noko interesse for bruk av AM frå stasjonar i Noreg, men primært er det DRM-sendigar som vil vere interessante.

Interferensproblem, særleg om kvelden og natta, gjer at ein må gjere DRM-signalet robust før overføringa. Dette fører til at overføringskapasiteten blir låg, kanskje ned i 16 kbit/s. Undersøkingar viser at det likevel lar seg gjere å få akseptabel lyd kvalitet – også i stereo – med så låge bitrater dersom ein tar omsyn til det ved kodinga av signalet.

Ved digitalisering av radioen i Noreg, kan det vere ønskeleg med eit nasjonalt DRM-nett for å sikre god arealdekning for eit beredskapsnett. Dette er truleg mogeleg å realisere ved bruk av eksisterande sendarar på Ingøy (153 kHz), Røst (675 kHz) og Vigra (630 kHz) supplert med rundt fem relativt små sendarar på 630 kHz i områda Stjørdal, Hamar, Kvitsøy/Sveio og Arendal.

For lokalradioane vil ein overgang til berre digitale radiosendingar bli eit tungt økonomisk løft. Dette gjeld særleg for dei lokalradioområda med spreidd busetjing og/eller der det er ein del høgdevariasjonar i terrenget, då DAB-sendarar gir mindre dekningsområde enn tilsvarende FM-sendarar. For desse ser bruk av DRM på frekvensane definert som ”Low-Power Channels” (LPC) ut til å vere eit lovande alternativ, både dekningsmessig og økonomisk.

Noreg har ein god geografisk plassering for internasjonale sendingar på kort-, mellom- og langbølgefrequensar. NRK har tidlegare brukt dette for sine utanlandssendingar, men har no tatt ei avgjersle om å leggje ned fleire av sine sendingar. Ein sendarstasjon plassert på Sør-Vestlandet vil kunne få opp til 80 millionar menneske innanfor sitt dekningsområde, og kommersielle aktørar har allereie meldt sin interesse for å sende frå Noreg på dei frekvensane vi har etter GE75-avtalen; 216 og 1314 kHz.

Det er viktig å merke seg at forskjellige frekvensar er foreslått brukt for dei tre ulike netta; nasjonalt beredskapsnett, lokalradionett og internasjonale sendingar. Med andre ord vil tildelingar av frekvensar til eitt nett ikkje utelukke oppstart av eit anna nett.

Denne rapporten har blitt utarbeida på kort tid, og det er framleis mange spørsmål som må avklarast. For kvart nett som er vurdert i rapporten er det tatt med moment til vidare arbeid. Det er dessutan eit sterkt ønske om snarleg tildeling av løyve for test-sendingar så ein kan få meir praktisk erfaring og kunnskap.

Det er viktig at det gode samarbeidet som ein har hatt mellom styresmaktene og dei ulike aktørane ved utarbeidinga av denne rapporten kan vidareførast for å sikre ein god og samfunnsøkonomisk forvaltning av denne frekvensressursen.

### Norske stasjoner etter GE75

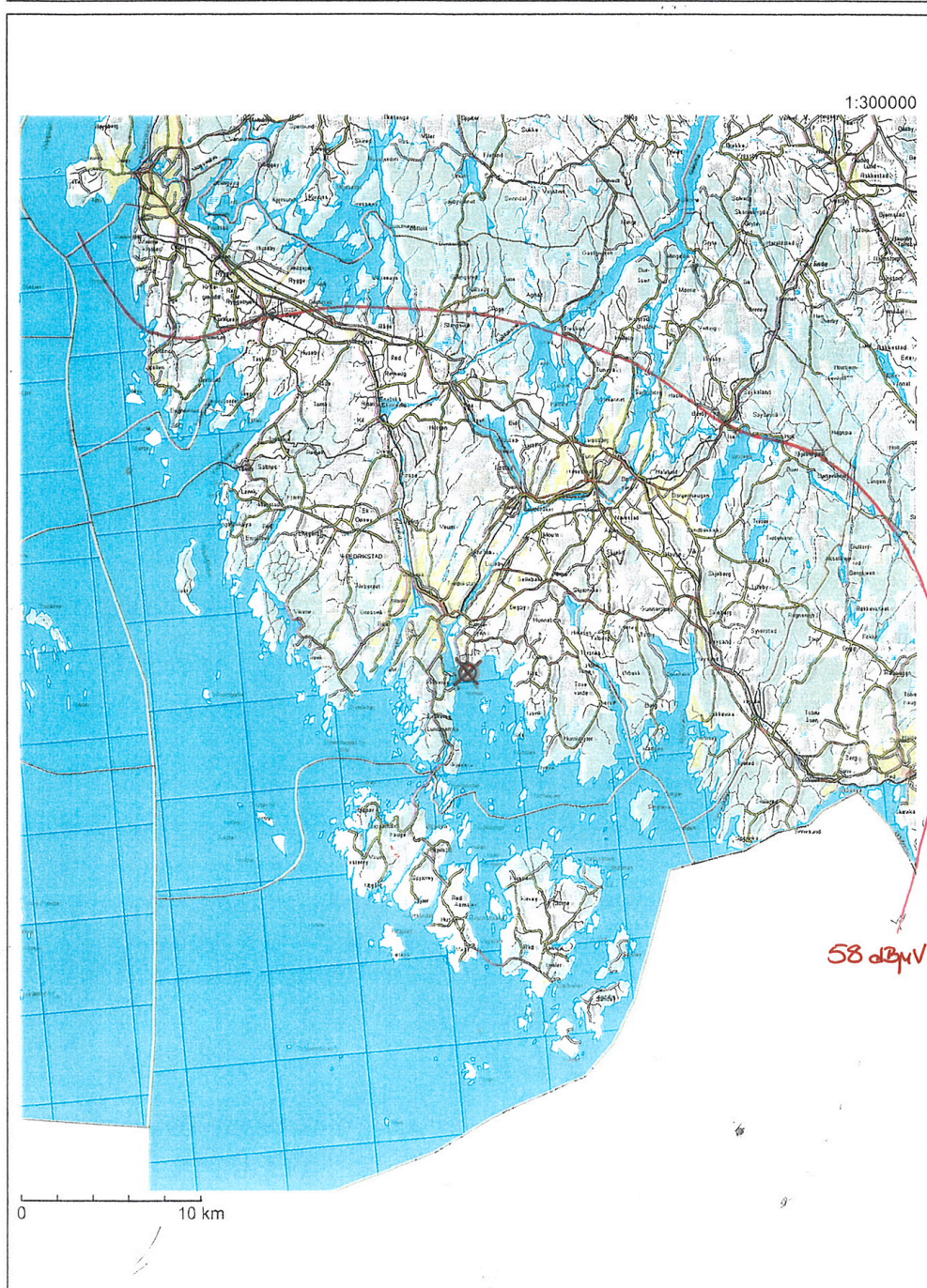
No.	Fragment	Adm	Geo. Area	Assgn Freq [kHz]	AssgnID	SiteName	RcvDate	CallSign
6	ART 11	NOR	NOR	1314	80018825	KVITSOEY	07.jul.82	LKS
7	ART 11	NOR	NOR	1485	80019909	LONGYEARBYEN	25.nov.85	LKL
1	ART 11	NOR	NOR	153	80002354	TROMSOE CITY	12.jun.95	LKM
2	ART 11	NOR	NOR	216	80003176	OSLO KLOEFTA	12.jun.95	LKO
3	ART 11	NOR	NOR	630	80015365	VIGRA	28.jun.85	LKA
4	ART 11	NOR	NOR	675	80015578	BODOE	04.jul.85	LKD
5	ART 11	NOR	NOR	702	80015705	FINNMARK	10.jul.85	LKI
16	GE75	NOR	NOR	1314	75006295	STAVANGER KVIT		
17	GE75	NOR	NOR	1314	75006296	STAVANGER CITY		
18	GE75	NOR	NOR	1485	75008189	LONGYEARBYEN		
8	GE75	NOR	NOR	153	75000004	TROMSOE VANNA	29.oct.90	
9	GE75	NOR	NOR	153	75000005	TROMSOE CITY	29.oct.90	
19	GE75	NOR	NOR	153	100014781	INGOY	10.nov.00	
10	GE75	NOR	NOR	216	75000084	OSLO BASTOEY	29.oct.90	
11	GE75	NOR	NOR	216	75000085	OSLO KLOEFTA	29.oct.90	
12	GE75	NOR	NOR	630	75001028	SMOELA		
13	GE75	NOR	NOR	630	75001029	VIGRA		
14	GE75	NOR	NOR	675	75001373	BODOE		
20	GE75	NOR	NOR	675	101002410	ROEST	14.feb.01	
15	GE75	NOR	NOR	702	75001558	FINNMARK		


### Frekvensar på lang- og mellombølgje som er i bruk i/frå Noreg i dag

STASJON/STED	POSISJON		FREKVENS kHz	Max. e.m.r.p. dBkW	VARIGHET frekvenstillatelse
	BREDDE	LENGDE			
Ingøy	71.04.17	024.05.15	153	20,0	1. nov 2006
Vigra	62.32.27	006.02.53	630	21,7	1. nov 2006
Røst	67.31.44	012.09.25	675	15,1	1. nov 2006
Kvitsøy*	59.03.24	005.26.20	1314	33,0	1. nov 2006
Longyearbyen	78.13.04	015.35.00	1485	0,0	1. nov 2006

\* Kvitsøy-sendaren vart tatt ut av drift sommaren 2006.

# Dekningsberegning for Fredrikstad med 1 kW-sendar på Øra



 <b>telenor</b> norkring as	Kart	
	NORKRING	ttpox 15/08/2006

CHIRplus\_BC V 4.4.1 ©LS telecom AG



## Dekningsberegning for Gjøvik-Lillehammer med 1 kW-sendarar



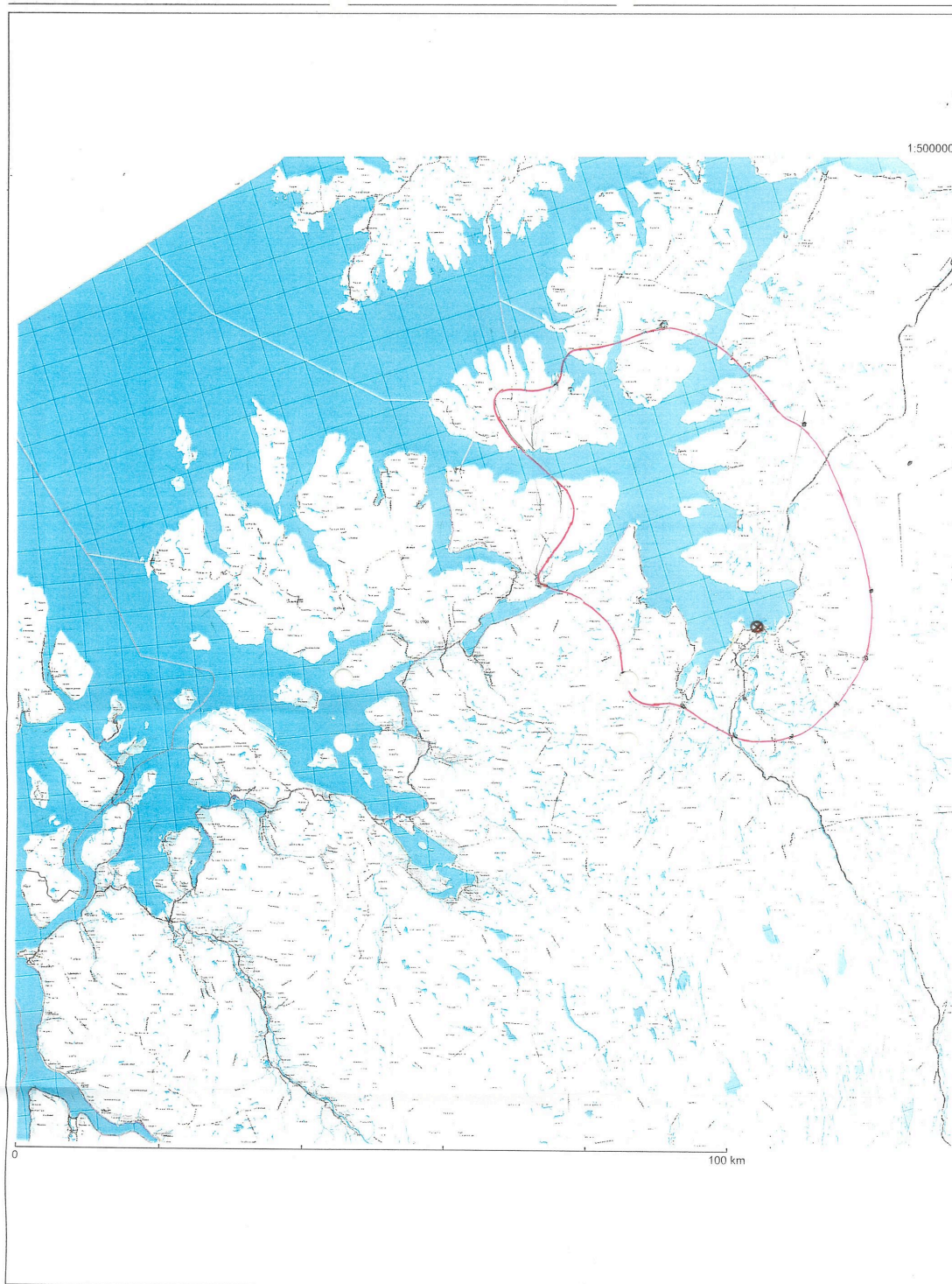
Kart


NORKRING

ttpox 15/08/2006

CHIRplus\_BC V 4.4.1 ©LS telecom AG

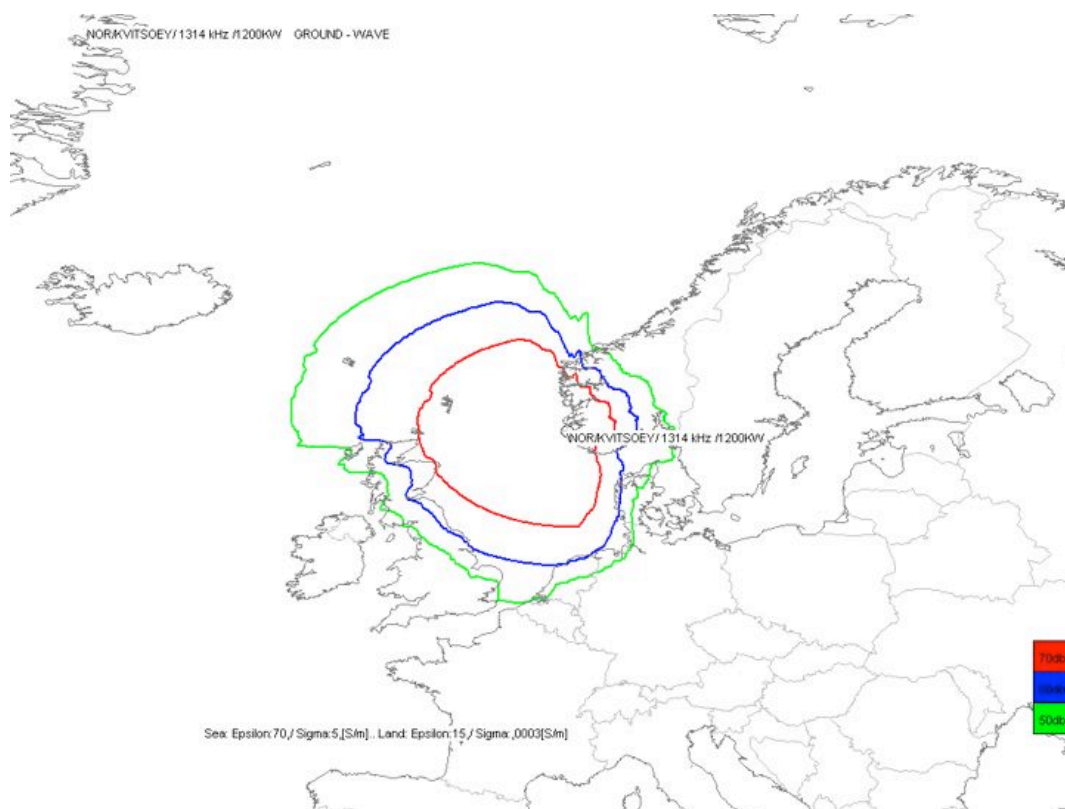
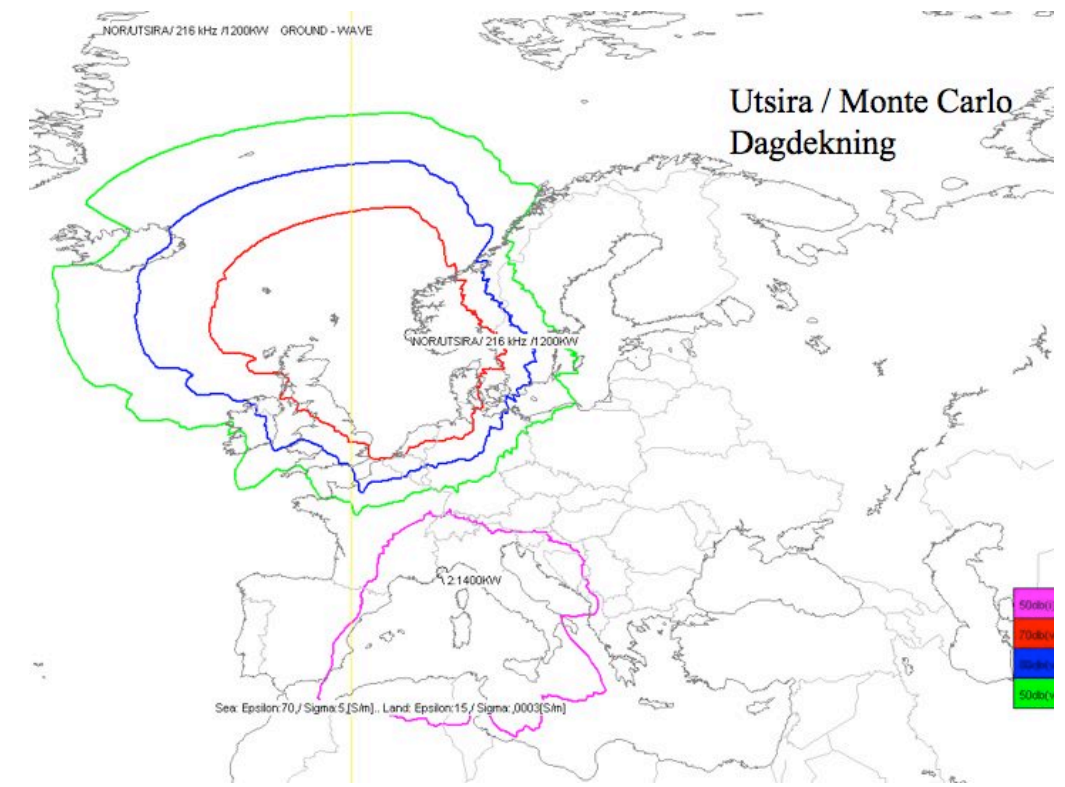
### Dekningsberegning for Alta med 1 kW-sendar i Alta sentrum



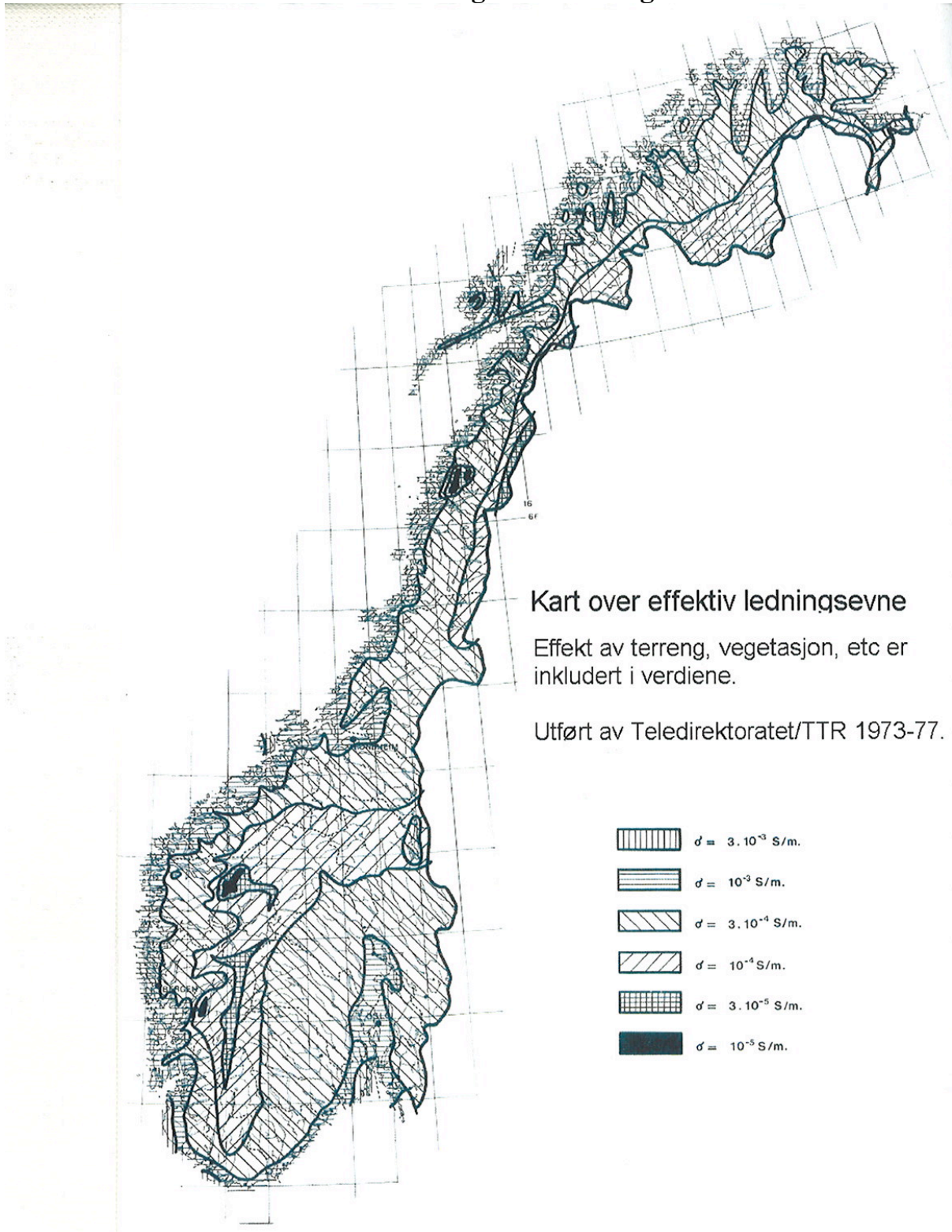
 <b>telenor</b> norkring as	Kart	llpox 15/08/2006
---	------	------------------

CHIPplus\_BC V 4.4.1 SLS telecom AG

**Dekningskart for 216 kHz fra Utsira (1200 kW) og Roumoules (1400 kW),  
og for 1314 kHz fra Kvitsoy (1200 kW). Begge karta er for dagtid.**



## Effektiv ledningsevne i Noreg



Kart over effektiv ledningsevne

Effekt av terreng, vegetasjon, etc er inkludert i verdiene.

Utført av Teledirektoratet/TTR 1973-77.

## Val av modulasjonsparameterar og vurdering av audio bitrate for DRM

NRK har gjort følgjande analyse av modulasjonsparameterar for DRM. Analysen har vore diskutert i arbeidsgruppa som slutta seg til konklusjonane.

DRM- systemspesifikasjonen tilbyr fleire modi, avhengig av frekvensband og kor robust overføringa skal vere.

For lang- og mellombølgje, basert på jordbølgjeutbreiing, vil modus A være det aktuelle valet. Her er guardintervallet minst, 2,66 ms, og dermed overføringskapasiteten størst. Dette guardintervallet er likevel meir enn stort nok for å tillate et SFN i Sør-Noreg på lang- og mellombølgje.

For modulasjon vil valet stå mellom 16QAM og 64QAM og ein code-rate frå 0,5 til 0,78. Vårt val av parameterar vil bli ei avveging mellom kor robust overføringa skal vere og overføringskapasiteten.

Etter GE75 er vi bundne til ei overføringsbandbredde på 9 kHz.

Vi går ut frå at vi får ei rimeleg sikker overføring med 64 QAM og code-rate 0,6, men det vil krevje noko høgare signalstyrke inn på mottakaren enn 16QAM. Med 9 kHz kanalbandbredde gir det ein disponibel overføringskapasitet på 23,6 kbit/s.

På kveldstid med innslag av utanlandske rombølgjer på same frekvens, vil ei langt lågare grense for vern mot interferens (protection ratio) komme DRM til gode. Skulle likevel interferensproblemet bli alvorleg, har ein høve til å skifte til 16QAM på kvelds- og nattid. Då reduserast grensa for vern mot interferens med ytterlegare ca. 5 dB, men samstundes blir overføringskapasiteten redusert til bare 16,6 kbit/s. Vurderinga under går nærmare inn på kva praktiske konsekvensar dette medfører.

## Vurdering av audio bitrate for DRM

(Forfatta av Bjørn Aarseth, NRK TTRU)

Spørsmålet som skal vurderes er hvor vidt bitrater helt ned i 16 eller 24 kbit/sek kan gi akseptabel lyd kvalitet, kanskje til og med i stereo.

### Konklusjon:

Ja, det lar seg gjøre å få akseptabel lyd kvalitet – også i stereo – med bitrater helt ned til 16 kbit/sek. Dette forutsetter:

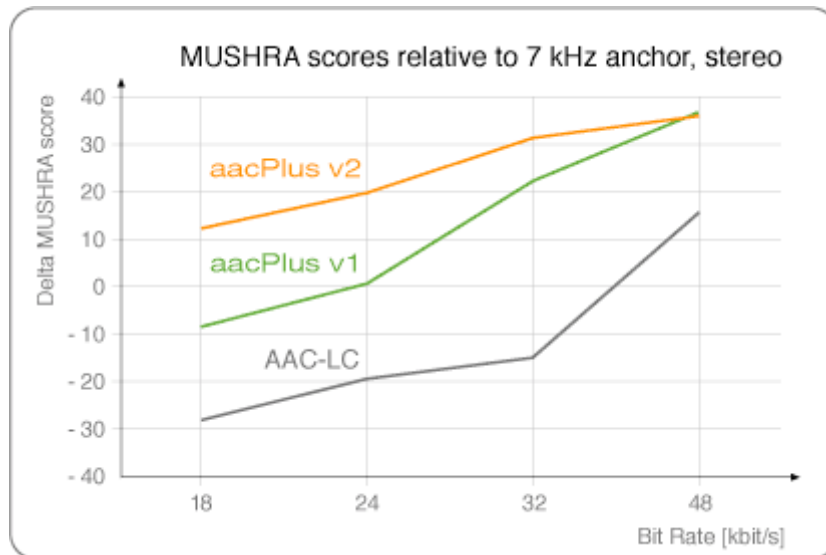
1. Bruk av MPEG-4 HE-AAC v2 [1] [3]
2. Ingen bruk av bitreduksjon før koding for DRM [2] [3] [4]

### Bakgrunn:

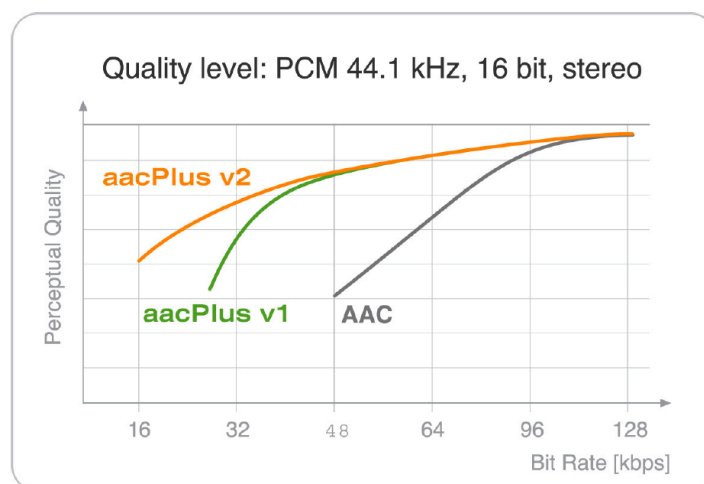
Nylig ble en ny ”supereffektiv” kompresjonsalgoritme lansert: *MPEG-4 High Efficiency AAC v2 profile (HE-AAC v2)*, også kalt ”*aacPlus v2*” [1]. Denne algoritmen er tatt frem nettopp for slike formål og består av en kombinasjon av tre teknologier: Advanced Audio Coding (AAC), Spectral Band Replication (SBR) og Parametric Stereo (PS). AAC gir generelt effektiv

koding, SBR muliggjør høy audiobåndbredde, mens PS gir stereo<sup>1</sup> fra en mono "bærer" med marginal økning i bitrate. Det er i hovedsak Coding Technologies som står bak denne teknologien.

Det foreligger (meg bekjent) ingen uavhengige tester av HE-AAC v2. De følgende testene er lastet ned fra <http://www.codingtechnologies.com/products/aacPlus.htm>. Disse testene finnes også i [1]. OBS: Bitratene gjelder for stereo.



Figuren over viser subjektiv lyd kvalitet i forhold til en referanse med 7 kHz båndbredde. I følge Coding Technologies [1] er figuren fra en test utført av MPEG, men jeg finner ingen referanser. Skalaen er noe forvirrende, men "0" betyr at kvaliteten vurderes like god som referansen med 7 kHz båndbredde. Skalaen er adaptert fra EBU's "MUSHRA", hvor referansen oppnår karakteren "annoying", eller midt mellom "poor" og "fair". Jeg tror det er en trykkfeil på X-aksen, der det står "18" skal det stå "16". Derved oppnår HE-AAC v2 karakteren "fair" ved 16 kbit/sek og midt mellom "fair" og "good" eller "not annoying" ved 24 kbit/sek.



<sup>1</sup> PS kan for eksempel også gi effektiv 5.1 i en mono eller stereo bærer.

Figuren over viser at lyd kvaliteten ved lave bitrater stadig bedres etter hvert som utviklingen av AAC kodere skrider frem. Kvaliteten sammenlignes her med "stereo CD-kvalitet". Her er det også en "MUSHRA" skala. Av figuren kan det leses at HE-AAC v2 ved 16 kbit/sek oppnår karakteren "slightly annoying", mens den ved 24 kbit/sek ligger mellom "slightly annoying" og "not annoying".

Jeg vil forsøke å få tak i lydeksempler med HE-AAC v2 ved 16 og 24 kbit/sek, slik at vi kan få en praktisk demonstrasjon av lyd kvaliteten.

### **Referanser:**

- [1] "MPEG-4 AAC v2 — audio coding for today's digital media world". Stefan Meltzer and Gerald Moser, EBU TECHNICAL REVIEW – January 2006.
- [2] "Cascaded audio coding". D. Marston and A.J. Mason. BBC R&D White Paper WHP 118 September 2005.
- [3] "Digital Radio Mondiale (DRM): transmission infrastructure and synchronised networks". A.J. Murphy, O.P. Haffenden and J.E. Elliott. BBC R&D White Paper WHP 095 September 2004.
- [4] "Digital Radio Mondiale: features and requirements from a broadcaster's perspective". BBC R&D White Paper WHP 059 May 2003.

## Sammendrag av ITU-R BS1615 (2003)

Denne rekommandasjonen fra ITU tar for seg planleggingsparametere for digital lydkringkasting under 30 MHz. I sammendraget er det lagt vekt på transmisjonsparametere, minimum feltstyrke og beskyttelsesforhold (protection level). Kapitlene om signal-støy forhold er ikke tatt med.

### INNHold

**ANNEX 1:** Minimum feltstyrke for digital lydkringkasting(DSB) for frekvenser under 30 MHz.

1. Introduksjon
  2. Relevante transmisjonsparametere
  3. Utregning av minimum feltstyrke (minimum usable field strength)
- Appendix 1 Prosedyre for estimering av minimum feltstyrke  
 Appendix 2 Krav til S/N for mottak av DRM  
 Appendix 3 Prediksjon og modellering av propagasjon av radiobølger for DSB for frekvenser under 30 MHz

**ANNEX 2:** RF beskyttelsesforhold for DSB(DRM systemer) under 30 MHz.

1. Introduksjon
  2. RF beskyttelsesforhold
  3. RF effektreduksjon ved bruk av DRM sammen med AM
- Appendix 1 Utregning av beskyttelsesverdier  
 Appendix 2 Metode for måling og beregning av beskyttelsesverdier

**ANNEX 3:** Målte beskyttelsesverdier for IBOC (in band on-channel)

### RELEVANTE TRANSMISJONSPARAMETERE

DRM robustness modes

- |   |   |          |
|---|---|----------|
| A | Jordbølger med minimal fading                               | (LB, MB) |
| B | Tids- og frekvensselektive kanaler, med lengre forsinkelser | (MB;KB)  |
| C | Som B, men med høyere dopplerspredning                      | (KB)     |
| D | Som B, men med betydelig forsinkelse og dopplerspredning.   | (KB)     |

*Kommentar:*

*Vi ser her at ved bruk av MB er det A og B som er mest aktuelle. For LPC-frekvensene er vel A den mest korrekte.*



## Spectrum occupancy types

### Bandwidths for DRM robustness mode combinations (kHz)

Robustness mode	Spectrum occupancy type			
	0	1	2	3
A	4.208	4.708	<b>8.542</b>	9.542
B	4.266	4.828	<b>8.578</b>	9.703
C	–	–	–	9.477
D	–	–	–	9.536
Nominal bandwidth (kHz)	4.5	5	<b>9</b>	10

#### Kommentar:

Mest aktuelt er 9 kHz. Vi ser at båndbredden vil være 8.542 kHz ved "Robustness mode" A (Jordbølger med minimal fading).

## Modulasjon og beskyttelsesnivå (protection levels)

Modulation scheme	Protection level No.	Average code rate
16-QAM	0	0.5
	1	0.62
64-QAM	0	0.5
	1	0.6
	2	0.71
	3	0.78

#### Kommentar:

Her må det tas et valg som balanserer krav til kapasitet mot hvor robust signalet bør være. I dokumentet ETSI ES 201 980, annex H er det gitt eksempler på bitrater.

- 64 QAM, koderate 0.6, 9 kHz båndbredde gir 23.6 kbit/s for "robustness mode" A.
- 16 QAM koderate 0.62, 9 kHz båndbredde gir 16.4 kbit/s for "robustness mode" A.

## MINIMUM FELTSTYRKE (Minimum usable fieldstrength)

Alle verdier er basert på en feilbitsannsynlighet på  $10^{-4}$ .

(Figur hentet fra rekommandasjon)

TABLE 5

**Minimum usable field strength (dB( $\mu$ V/m)) to achieve BER of  $1 \times 10^{-4}$  for DRM robustness mode A with different spectrum occupancy types dependent on protection level and modulation scheme for the MF frequency band (ground-wave plus sky-wave propagation)**

Modulation scheme	Protection level No.	Average code rate	Robustness mode/spectrum occupancy type	
			A/0 (4.5 kHz), A/1 (5 kHz)	A/2 (9 kHz), A/3 (10 kHz)
16-QAM	0	0.5	34.3	<b>33.9</b>
	1	0.62	37.2	<b>37.0</b>
64-QAM	0	0.5	39.7	<b>39.4</b>
	1	0.6	41.1	<b>40.8</b>
	2	0.71	44.2	<b>43.7</b>
	3	0.78	47.4	<b>46.5</b>

## BESKYTTELSESFORHOLD (RF Protection ratios)

RF Protection ratios (S/I) for 9 kHz raster (Table 16,17,18)  
(64QAM protection level 1)

Wanted signal	Unwanted signal	Co channel (S/I) (dB)	Adjacent channel (S/I) (dB)
AM	AM	30	1
AM	DRM_B2	$30+6,5=36,5$	$30-29,7-1=-0,7$
DRM_B2	AM	7,3	$7,3-33,7=-26,4$
DRM_B2	DRM_B2	15,9	$15,9-38,1=-22,2$
AM	DRM_A2	$30+6,6=36,5$	$30-29,8-1=-0,8$
DRM_A2	AM	6,7	$6,7-34=-27,3$
DRM_A2	DRM_A2	15,3	$15,3-38,3=-23,0$

*Kommentarer:*

*Andre verdier kan regnes ut ved hjelp av tabell 19.*

*Det anbefales at en DRM-sender reduserer effekten med 7 dB for å holde interferensforholdene uforandret.*

## Eksempel på bithastigheter fra ETSI ES 201 980

### Annex H (informative): Service capacity and bit rates

The following table gives the orders of magnitude of the available total bit rates, which depend upon the signal bandwidth, the protection mode, and the error correction code rates.

For a 64-QAM modulation, a coding rate of 0,6, for the MSC (EEP SM):

Robustness mode	Spectrum occupancy					
	0	1	2	3	4	5
A	11,3 kbit/s	12,8 kbit/s	23,6 kbit/s	26,6 kbit/s	49,1 kbit/s	55 kbit/s
B	8,7 kbit/s	10 kbit/s	18,4 kbit/s	21 kbit/s	38,2 kbit/s	43 kbit/s
C	-	-	-	16,6 kbit/s	-	34,8 kbit/s
D	-	-	-	11 kbit/s	-	23,4 kbit/s

For a 16-QAM modulation, a coding rate of 0,62, for the MSC (EEP SM):

Robustness mode	Spectrum occupancy					
	0	1	2	3	4	5
A	7,8 kbit/s	8,9 kbit/s	16,4 kbit/s	18,5 kbit/s	34,1 kbit/s	38,2 kbit/s
B	6 kbit/s	6,9 kbit/s	12,8 kbit/s	14,6 kbit/s	26,5 kbit/s	29,8 kbit/s
C	-	-	-	11,5 kbit/s	-	24,1 kbit/s
D	-	-	-	7,6 kbit/s	-	16,3 kbit/s

Minimum absolute (R = 0,50, 16-QAM, Mode B, 4,5 kHz) 4,8 kbit/s.

Maximum absolute (R = 0,78, 64-QAM, Mode A, 20 kHz) 72 kbit/s.

## Kapittel 4.8 i Annex 2 til GE75 – Koordineringsreglar for LPC

### 4.8 *Low-Power Channels*

4.8.1 The resultant field strength of a low-power transmitter network at the boundary of the territory of any other country should not exceed 0.5 mV/m, except by agreement between the administrations concerned. Where countries are separated by stretches of sea, the 0.5 mV/m field strength shall, in principle, not be exceeded at the mid-point of the over-sea path, unless the administrations concerned conclude other arrangements.

4.8.2 The resultant field strength in mV/m is calculated according to the formula:

$$\frac{E_1^2 + E_2^2 + E_3^2 + \dots}{\sqrt{E_1^2 + E_2^2 + E_3^2 + \dots}}$$

where  $E_1, E_2, E_3, \dots$  are the values in mV/m of field strength due to each individual transmitter in a country operating in a given low-power channel. These values are determined with the aid of Figure 25 and only stations within 500 km of the border of a neighbouring country or of the mid-point of an over-sea path will be included in the calculation.

4.8.3 In the application of Article 4 (paragraph 3.3.1) of the Agreement, the table reproduced below will be used:

c.m.f. (V)	e.m.r.p. (kW)	Limiting distance (km)
300	1.0	600
260	0.75	500
212	0.5	400
150	0.25	200, 300*
95	0.1	70, 250*
67	0.05	50, 200*

\* Values for a propagation path over sea.

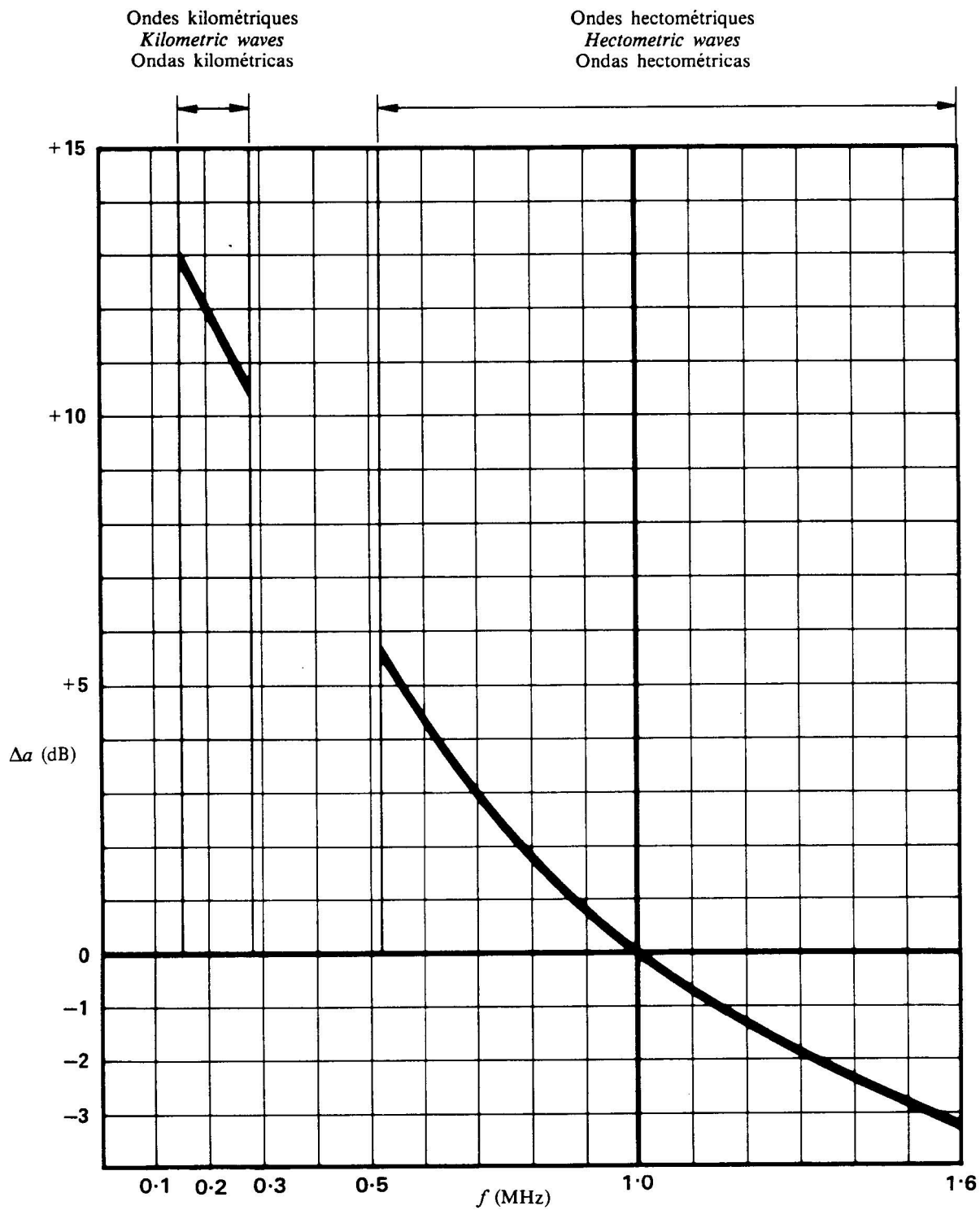


FIGURE 24 – FIGURA 24

*Variation de la valeur minimale du champ en fonction de la fréquence*  
*Variation of Minimum Value of Field Strength with the Frequency*  
*Variación del valor mínimo de la intensidad de campo en función de la frecuencia*

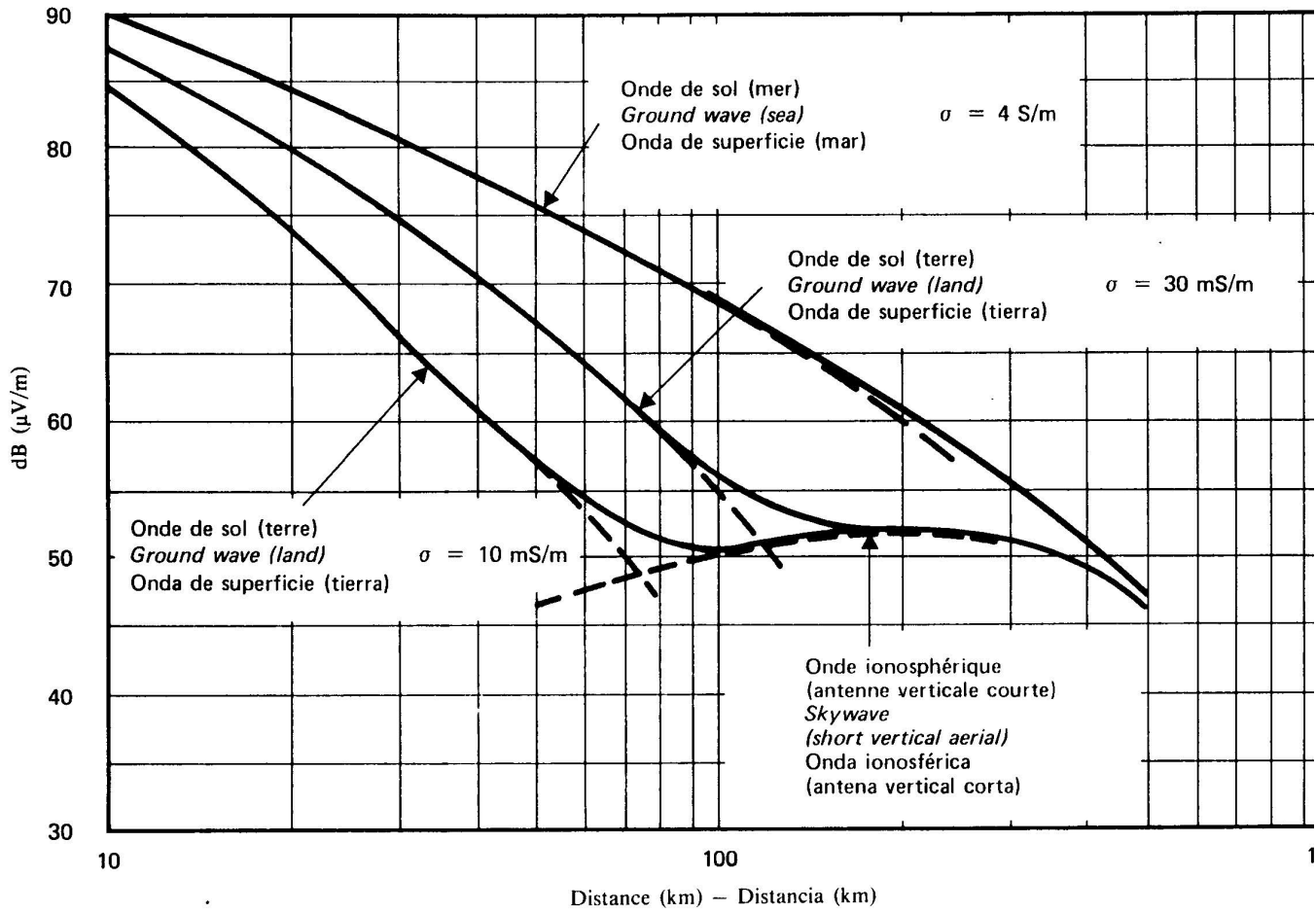


FIGURE 25 – FIGURA 25

*Courbes pour la planification des canaux pour émetteurs de faible puissance ( $f = 1,5$  MHz)*

*Curves for Planning Low-Power Channels ( $f = 1.5$  MHz)*

*Curvas para la planificación de canales de baja potencia ( $f = 1,5$  MHz)*

Champ en dB (µV/m) pour une p.a.r.v. de 1 kW ou une f.c.m. de 300 V, dans le plan horizontal  
 Field strength dB (µV/m) for an e.m.r.p. of 1 kW or a c.m.f. of 300 V, in the horizontal plane  
 Intensidad de campo en dB (µV/m) con relación a 1 kW de p.r.a.v. (f.c.m. = 300 V) en el plano horizontal