

Wat is ?

Presentatie voor lokale radio proefproject in Vlaanderen

Oktober 2021
ir. Gerard Lokhoff
L Enterprises

Digital Audio Broadcasting

- Als één van de laatste massacommunicatie middelen maakt radio de overgang naar de digitale wereld. Ter vergelijking: de Compact Disk dateert van begin jaren 80, en is al weer bijna vergeten !
- In Europa met gebruik van de DAB standaard
- Reeds vanaf het midden van de jaren 90, maar pas op grotere schaal sinds ongeveer 2015 door overgang op DAB+



Verschil DAB – FM

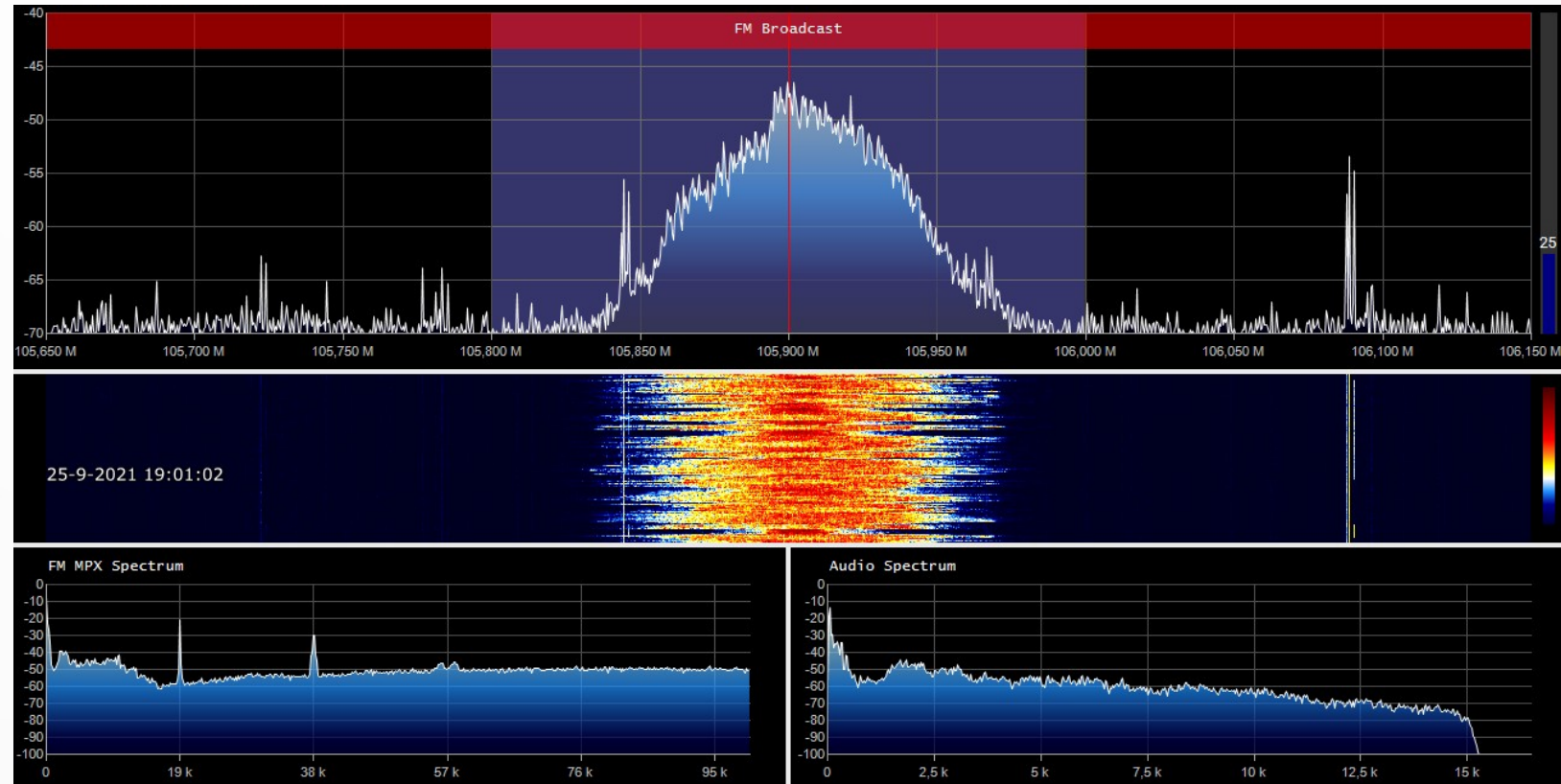
- FM is een analoge techniek, DAB is digitaal
- FM kan met RDS tekst informatie meesturen, DAB kan ook dia's en andere data omvatten
- DAB is ontworpen om Single Frequency Netwerk techniek ten volle te benutten
- Een FM zender verspreidt slechts 1 radiostation, een DAB zender een ensemble met verscheidene stations tegelijk

Waarom samenwerking nodig ?

- Een DAB zender zendt een 'ensemble' uit, waarin een aantal radiostations tegelijk kunnen worden verspreid
 - DAB is veel efficiënter dan FM qua frequentiegebruik, vermogen per station, delen operationele kosten e.d.
- Dit maakt het wel nodig dat de stations samenwerken om het ensemble in de ether te brengen
- Beschouw vergunningen dan ook als een recht op 'een plaatsje in het ensemble' en niet op 'een DAB frequentie'
 - Vergelijk het met een appartementsrecht in een Vereniging van Mede-eigenaren

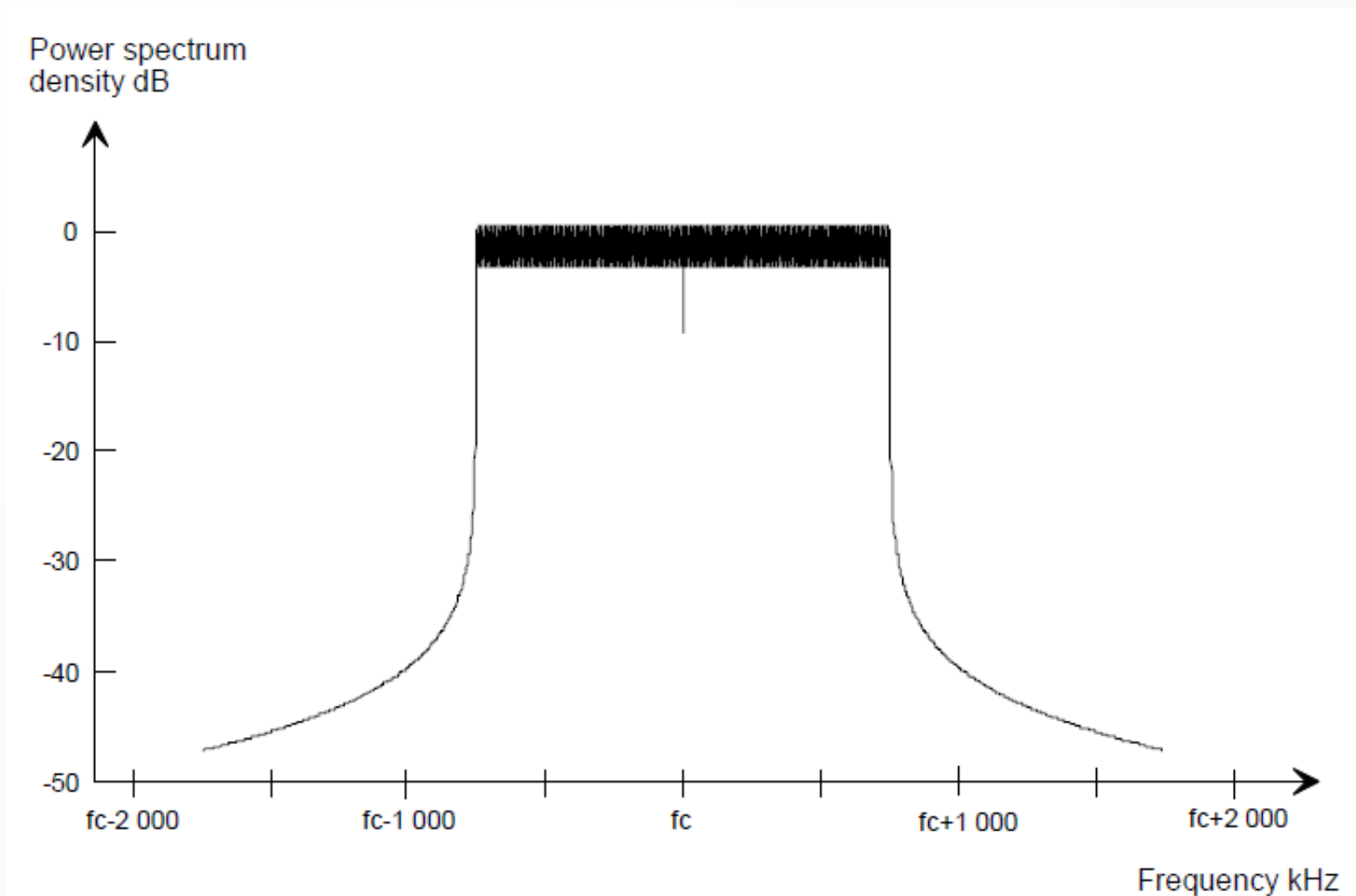
FM spectrum

- Bij FM wordt de frequentie van een draaggolf (zoals het stoorsignaal aan de rechterkant) gevarieerd door het audiosignaal, waardoor het signaal wat heen en weer beweegt over de frequentieband (zoals weergegeven in het geel/rode 'waterval' display)
- In een ontvanger wordt dit signaal weer omgezet in geluid. Maar als er zich in het frequentiespectrum van een zender stoorsignalen bevinden, kunnen deze ook hoorbaar worden



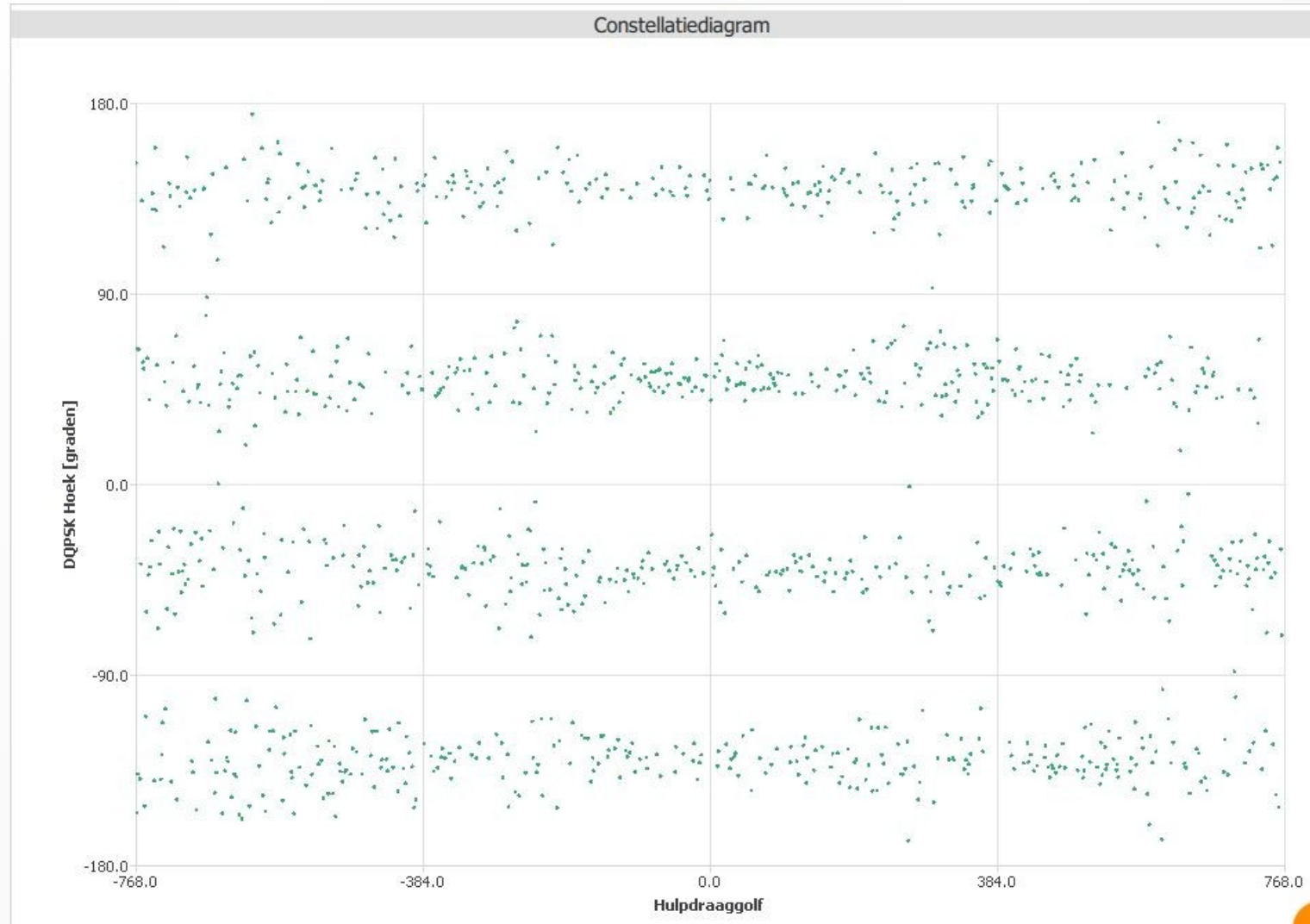
DAB spectrum

- DAB maakt gebruik van 1536 draaggolven, die ieder telkens één van 4 mogelijke waarden kunnen hebben. Dit komt overeen met 2 bits informatie
- De draaggolven worden allen tegelijk uitgezonden.
- De modulatiewaarden veranderen iedere 1,246 msec,, zodat in totaal de bruto bitrate $1536 \times 2 / 1,246 \text{ msec} = \sim 2,466 \text{ Mbit/sec}$ bedraagt.



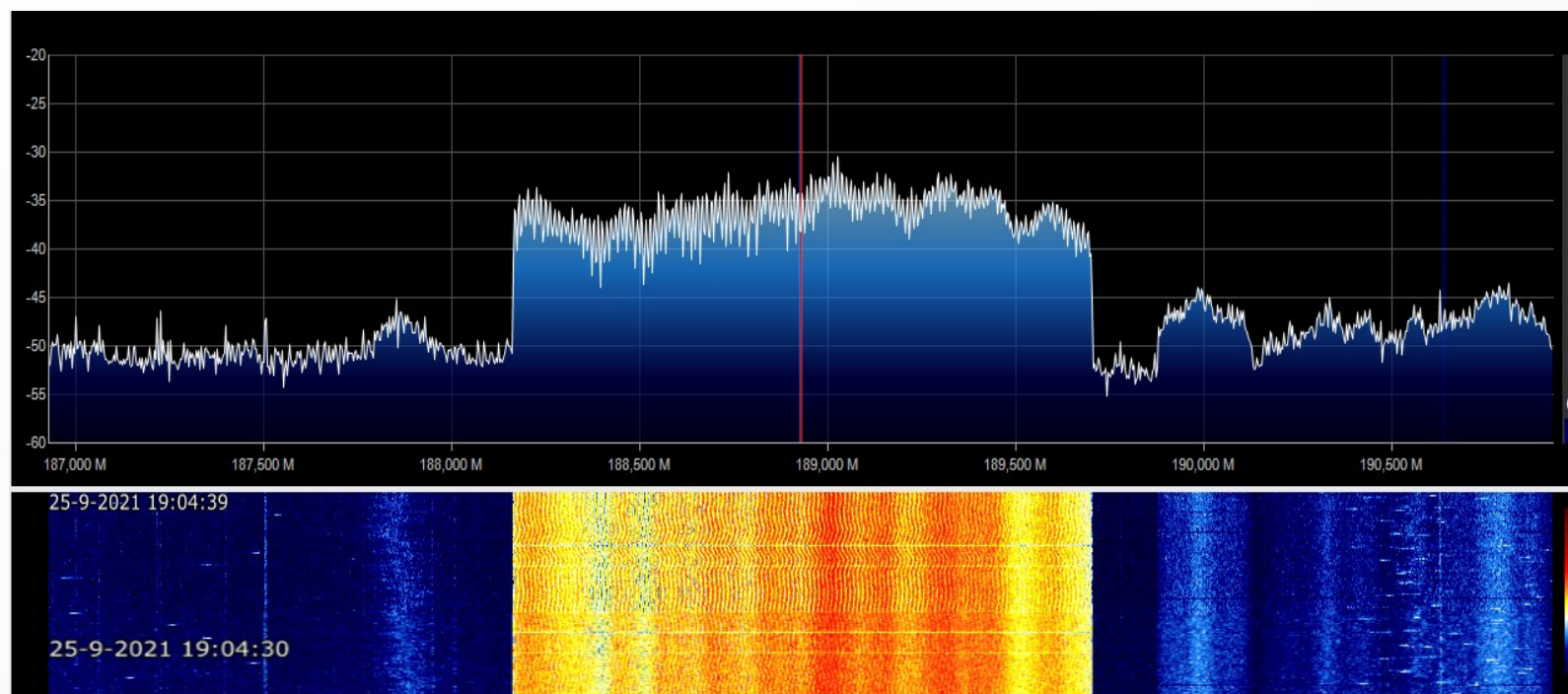
Constellatiediagram

- In het constellatiediagram worden de waarden van de ontvangen draaggolfsignalen weergegeven. Duidelijk is te zien dat deze zich concentreren op 4 horizontale lijnen. Daardoor kan een ontvanger beslissen dat, ondanks dat het signaal niet exact juist ontvangen is, toch tot 1 van de 4 waarden behoort.
- Vergelijk het met de stand van de wijzers van een klok, waar je weet dat het enkel 3, 6, 9 of 12 kan zijn.



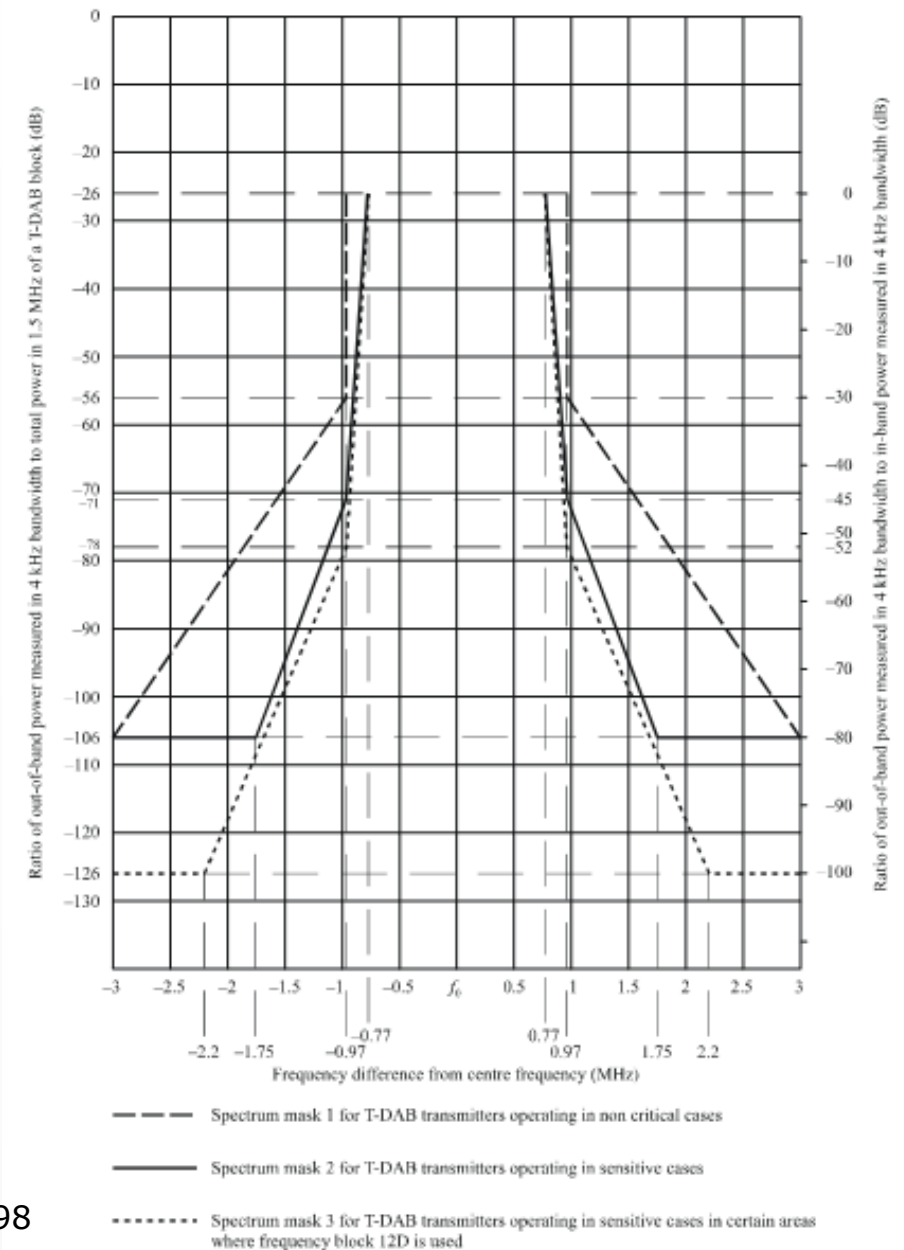
DAB spectrum

- In de praktijk wordt het signaal natuurlijk niet perfect ontvangen, zoals men hier kan zien met een sterk DAB signaal in het midden, maar een zwakker signaal aan de rechter zijde.
- Ook is de kanaalscheiding tussen de kanalen te zien. Een DAB signaal heeft een bandbreedte van 1,537 MHz, met een kanaalscheiding van zo'n 175 kHz. We komen hierop terug bij de bespreking van het mask-filter.
- Ook is te zien dat sommige delen van het spectrum meer verzwakt worden dan andere delen.



DAB spectrum mask filter

- Om te zorgen dat een DAB zender de signalen van andere zenders niet stoort, dient een scherp 'Spectrum Mask Filter' te worden gebruikt, dat alle signalen buiten het toegewezen kanaal flink verzwakt.
- Voor het proefproject heeft de VRM zelfs het z.g. 'Critical Mask' voorgeschreven, waardoor de zender extra vermogen moet leveren om uiteindelijk het toegestane ERP vermogen te kunnen uitstralen.
- Het Spectrum Mask Filter is een essentiële en ook kostbare component.



Bescherming tegen fouten

- Naast het feit dat de informatie digitaal wordt overgedragen, waardoor de ontvanger al een goede eerste schatting van de juiste waarde kan maken, wordt er ook extra beschermingsinformatie aan het signaal toegevoegd om fouten te kunnen ontdekken en corrigeren.
- Ter illustratie op de volgende pagina een voorbeeld van een tabel met extra informatie om het restant bij deling door 4 van de optelling per kolom of rij op 0 uit te laten komen.
- De verhouding bruikbare informatie / totaal verzonden informatie is de 'rate' van de code, in dit geval $16/(16+8) = 0,666..$

Bescherming tegen fouten

	Data	Data	Data	Data	Extra informatie ter bescherming	Restant bij deling door 4
	2	1	0	3	2	0
	1	3	3	0	1	0
	3	2	3	2	2	0
	1	2	2	1	2	0
Extra informatie ter bescherming	1	0	0	2		
Restant bij deling door 4	0	0	0	0		

Bescherming tegen fouten

- Indien de ontvanger een foute schatting maakt, zoals op de volgende pagina vet aangegeven, dan kan men door het uitvoeren van dezelfde berekening ontdekken waar de fout zich bevindt en deze ook corrigeren.
- Dit geeft een beetje het principe van de bescherming tegen fouten aan. Naast deze methode, worden de gegevens van een station ook nog verspreid over het hele gebruikte DAB spectrum en in tijd, zodat een dip in het spectrum of een kortstondige verstoring van het signaal ook nog kan worden opgevangen en gecorrigeerd.

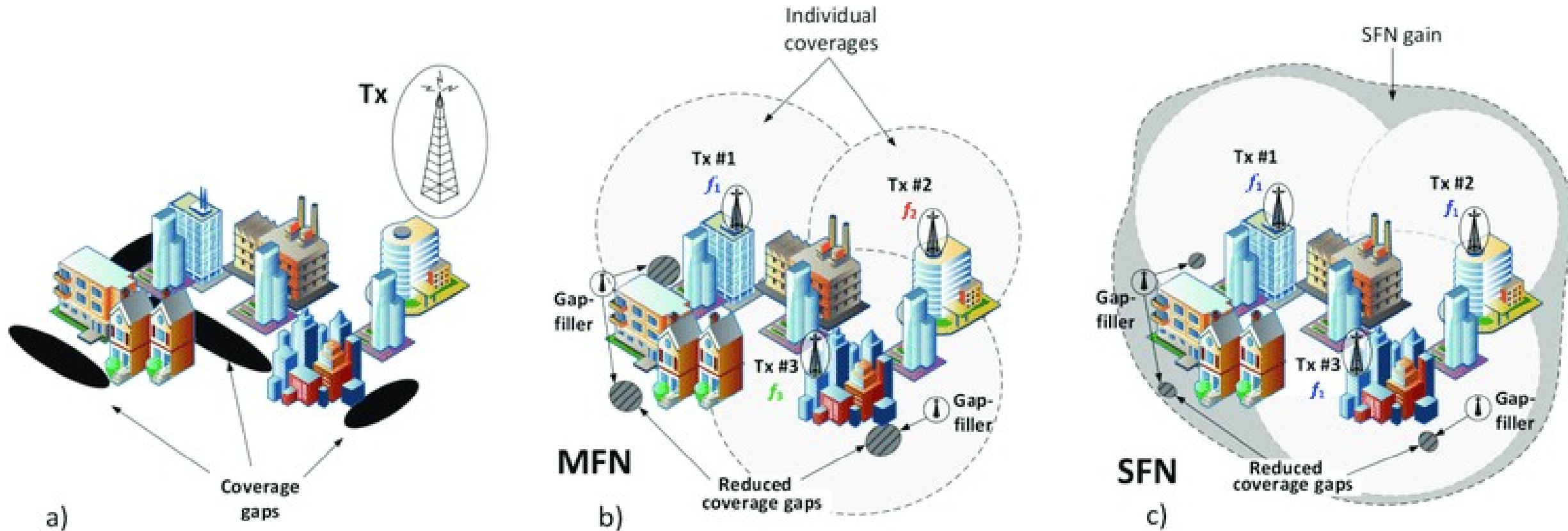
Bescherming tegen fouten

	Data	Data	Data	Data	Extra informatie ter bescherming	Restant bij deling door 4
	2	1	0	3	2	0
	1	3	2	0	1	3
	3	2	3	2	2	0
	1	2	2	1	2	0
Extra informatie ter bescherming	1	0	0	2		
Restant bij deling door 4	0	0	3	0		

Single Frequency Network

- Bij gebruik van een enkele zender zullen er ook binnen het beoogde ontvangstgebied plaatsen zijn waar ontvangst moeilijk is – zie situatie a) op de volgende pagina.
- Van FM is natuurlijk het effect bekend van het gebruik van meer zenders op verschillende frequenties en omschakeling d.m.v. RDS – zie situatie b), Multiple Frequency Network – er blijven kleine gebieden waar de ontvangst niet optimaal is. De signalen van de FM zenders worden onafhankelijk van elkaar ontvangen, en kunnen elkaar niet versterken.
- DAB kan de gaten in de ontvangst extra verkleinen doordat de zenders tegelijk op dezelfde frequentie hetzelfde signaal uitzenden, en in de ontvanger dit leidt tot een versterking van het digitale signaal – zie situatie c)
- Dit effect treedt niet op bij het analoge FM, waar SFN zelfs in randgebieden tot slechtere ontvangst leidt – FM is, in tegenstelling tot DAB, niet ontworpen op het gebruik van SFN

Single Frequency Network

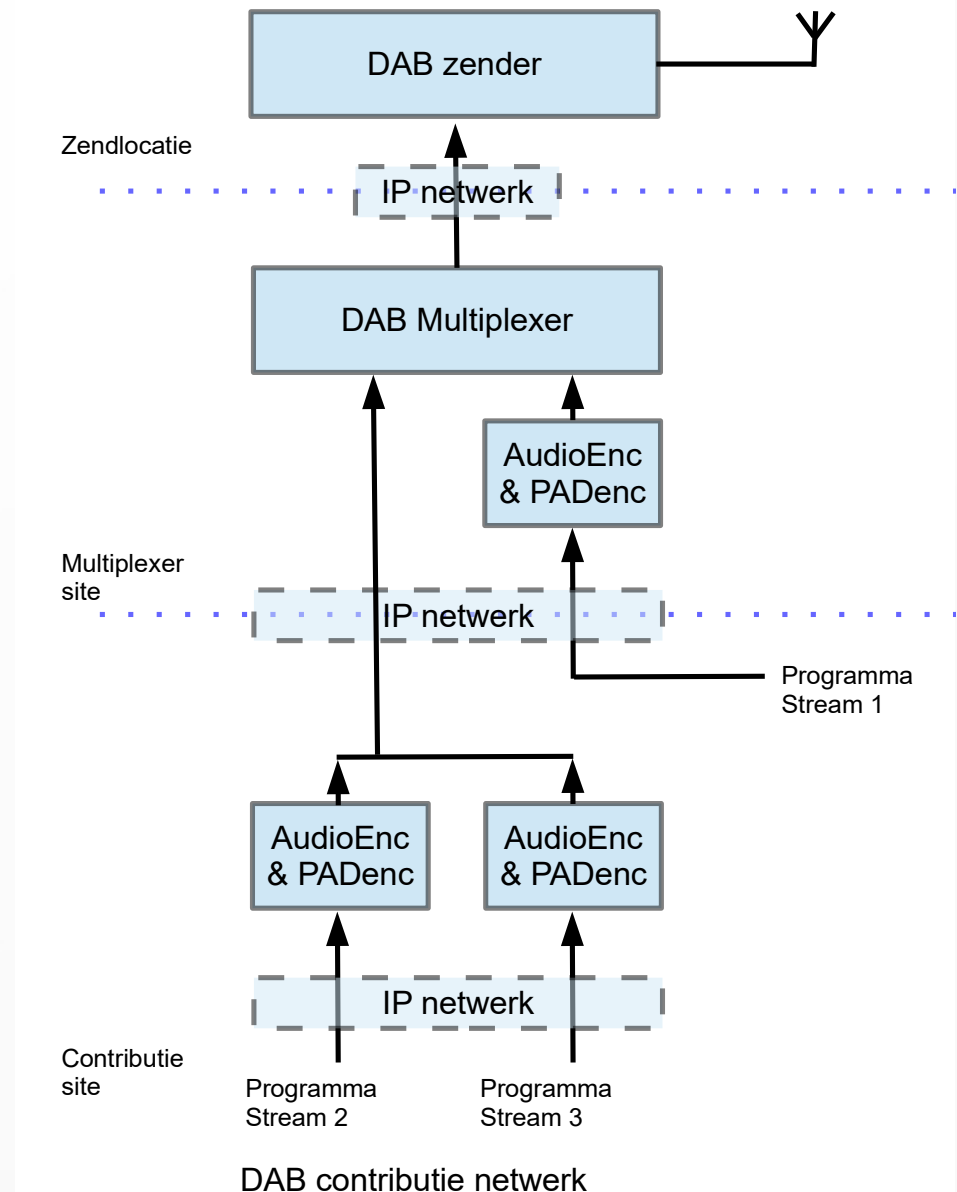


Bron: Staniec, K. Analysis of the Single Frequency Network Gain in Digital Audio Broadcasting Networks. Sensors 2021, 21, 569. <https://doi.org/10.3390/s21020569>

Licentie: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

De contributie keten

- De DAB zender ontvangt de uit te zenden ensemble informatie van een DAB multiplexer
 - Één multiplexer voor alle zenders in het SFN
- De multiplexer voegt de data van alle stations samen tot een ensemble
- Het encoderen van Audio en PAD informatie kan plaatsvinden:
 - Bij de multiplexer
 - Elders in de contributie keten, b.v. in de playout van het station



Vershil DAB+ met DAB

- Het verschil tussen DAB+ en DAB bestaat uit
 - Een andere audiocodering (HE-AAC vs. MPEG 1 L II)
 - Een andere foutenbescherming (EEP vs. UEP)
- De hele distributieketen van multiplexer en zender netwerk is identiek, en men kan ook DAB en DAB+ stations mixen in één ensemble
- Maar met DAB+ passen er meer stations in een ensemble door een grotere efficiëntie, en ze zijn bovendien beter beschermd tegen storing

Vermogen zegt niet alles...

- DAB+ kan worden uitgezonden in 8 verschillende niveaus foutenbescherming
- Betere bescherming laat minder ruimte voor audio data (zie 'rate'), maar vergt minder zendvermogen voor hetzelfde bereik
- Goede afweging tussen geluidskwaliteit en ontvangst dus nodig !

EEP mode	rate	C/N drempel	C/N verschil	factor
1A	0,250	7,0		
2A	0,375	9,3	2,3	1,7
1B	0,444	11,0	4,0	2,5
3A	0,500	11,8	4,8	3,0
2B	0,571	13,1	6,1	4,0
3B	0,667	14,6	7,6	5,8
4A	0,750	17,3	10,3	10,7
4B	0,800	17,8	10,8	12,1
		dB	dB	maal

Ondersteuning vanuit de EU

- Sinds December 2020 verplicht een Europese richtlijn autoleveranciers hun wagens te voorzien van een radio met digitale ontvangst
- Het aantal DAB ontvangers zal dus flink toenemen



Samenvattend

DAB+ is een inmiddels bewezen techniek met groeiende acceptatie

- Belangrijkste voordelen:
 - Meer constante audiokwaliteit
 - Efficiëntie in vermogen en kosten
 - Extra diensten, mogelijkheid tot differentiatie
- Belangrijkste nadelen:
 - Samenwerking nodig, verlies van autonomie
 - 'Alles of niets': vrij harde grens wel/geen ontvangst

Vragen ?

ir. G. Lokhoff
L Enterprises
digitaleradio@l-enterprises.com