

Forstå FT4 og FT8 for alvor

Bo, OZ2M, 2019-06-01

Hvad er der på menuen?

- Hvad er digital modulation?
- Digitale modulationer af K1JT/K9AN
- Hvorfor FT4 og FT8
- Dekodere (JTDX, MSHV og WSJT)

Hvilken slags fodtøj har du på?



Is	✓	✗	~
Fodbold	✗	✓	~
Vandretur	✗	✗	✓
Ukendt	?	?	✓

Der findes ikke en modulation der er godt til alt!

Hvad er digital modulation?

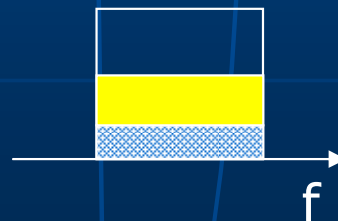
- 0 og 1, frek. X, Y og Z, fase I og Q ...
- Båndbredde og hastighed hænger **ULØSELIGT** sammen
- Med eller uden fejlkorrektion og check (FEC, ECC, CRC ...)



Kan digital modulation detektere under støjen?

Hvordan kunne du tro det?

Nej!



S/N i båndbredden
skal være større
end ca. 3 dB

Hvor er du voksen og følsom!

SSB	~+10	flexibilitet
MSK144	-8	
CW, øre og hjerne	-15	flexibilitet
FT4	-16	
FT8	-21	
PI4	-22	
JT4	-23	
JT65	-25	
JT9	-27	
QRA	-27	
WSPR	-31	

i 2,5 kHz båndbredde

DX beskeder og strukturen

- Kommer fra Meteor Scatter og EME procedurene
 - CQ CallA [info]
 - CallA CallB rapport (rapport)
 - CallA CallB Roger-rapport (R-rpt)
 - CallA CallB Roger (RRR)
 - QSO er nu fuldført
- Alt andet forsinker eller umuliggør QSOen

Hvad kan 77 bit bruges til?

- Et ITU kaldesignal på max seks tegn kræver 28 bit
 - To kaldesignaler $2 \times 28 = 56$ bits, så er der 21 bits tilbage
- Et "langt" kaldesignal kræver 43 bit
 - fx HB0/OZ2M eller OZ2M/MM
- Et "forkortet" kaldesignal krævet 15 bits
 - <OZ2M>
- Et felt kræver 15 bit
- En lokator kræver 25 bits

En ITU kaldesignal

- Op til seks tegn, faktisk kan det være op til syv i Australien
- Tegn1: mellemrum, A-Z, 0-9 → 37 muligh.
- Tegn2: A-Z, 0-9 → 36 muligheder
- Tegn3: 0-9 → 10 muligheder
- Tegn4: mellemrum, A-Z → 27 muligheder
- Tegn5: mellemrum, A-Z → 27 muligheder
- Tegn6: mellemrum, A-Z → 27 muligheder

Jeg VIL have et langt kaldesignal!

- Hvad nu hvis der skulle være plads til lange kaldesignaler?
 - Hvad er langt?
 - Hvor lang tid må det tage at sende?
 - Må det koste følsomhed?
- OZ1000COPENHAGEN lignende vil kræve 84 bits

Mulige beskeder

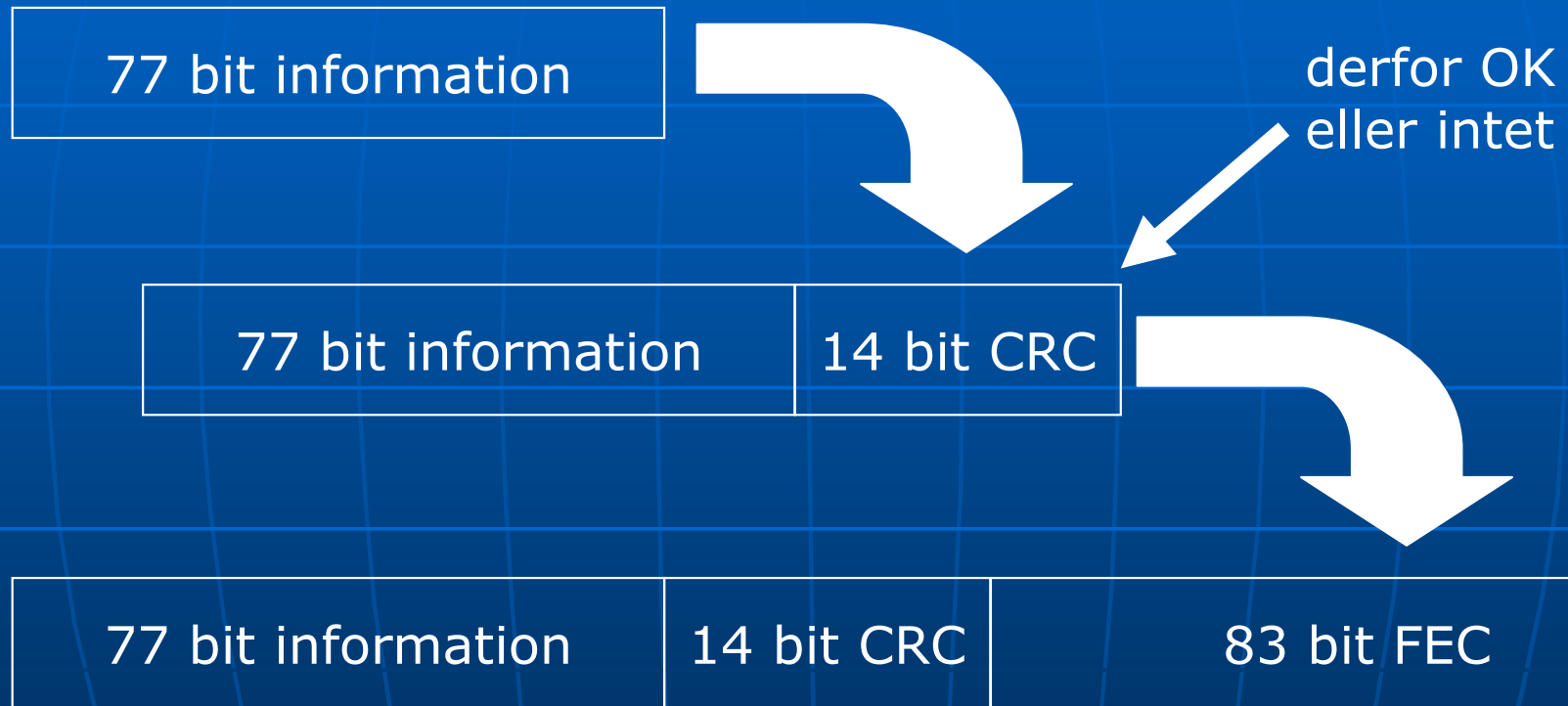
CQ K1ABC FN42
K1ABC W9XYZ EN37
W9XYZ K1ABC -11
K1ABC W9XYZ R-09
W9XYZ K1ABC RRR
K1ABC W9XYZ 73
K1ABC W9XYZ RR73
CQ KH1/KH7Z
K1ABC RR73; W9XYZ <KH1/KH7Z>
CQ FD K1ABC FN42
K1ABC W9XYZ 6A WI
W9XYZ K1ABC R 2B EMA
CQ TEST K1ABC/R FN42
K1ABC/R W9XYZ EN37
W9XYZ K1ABC/R R FN42
K1ABC/R W9XYZ RR73
CQ TEST K1ABC FN42
K1ABC W9XYZ 579 WI
W9XYZ K1ABC R 589 MA
K1ABC KA0DEF 559 MO
TU; KA0DEF K1ABC R 569 MA
KA1ABC G3AAA 529 0013
TU; G3AAA K1ABC R 559 MA
CQ G4ABC/P IO91

G4ABC/P PA9XYZ JO22
PA9XYZ 590003 IO91NP
G4ABC/P R 570007 JO22DB
PA9XYZ G4ABC/P RR73
CQ PJ4/K1ABC
PJ4/K1ABC <W9XYZ>
W9XYZ <PJ4/K1ABC> -11
<PJ4/K1ABC> W9XYZ R-09
<W9XYZ> PJ4/K1ABC RRR
PJ4/K1ABC <W9XYZ> 73
CQ W9XYZ EN37
<W9XYZ> YW18FIFA
<YW18FIFA> W9XYZ -11
W9XYZ <YW18FIFA> R-09
YW18FIFA <W9XYZ> RRR
<W9XYZ> YW18FIFA 73
TNX BOB 73 GL
CQ YW18FIFA
<YW18FIFA> KA1ABC
KA1ABC <YW18FIFA> -11
<YW18FIFA> KA1ABC R-17
<KA1ABC> YW18FIFA RR73
<YW18FIFA> KA1ABC 73
123456789ABCDEF012

FT4 og FT8 grunddata

- Information på 77 bit
- Kontrol på 14 bit CRC
- 91 bit øges til 174 bit for at forbedre fejlkorrektion i modtageren
 - Til "sivende" udbredelse (LDPC)
- FT4 har 105 symb. og tager 4,48 s
- FT8 har 79 symb. og tager 12,64 s

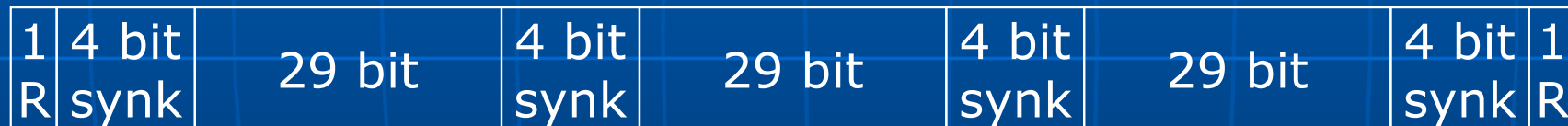
Fra 77 bit til 174 bit



Fra 174 bit til symboler i luften



FT4



$$174 \text{ bit} / 2 = 3 \times 29 \text{ bit}$$

FT8

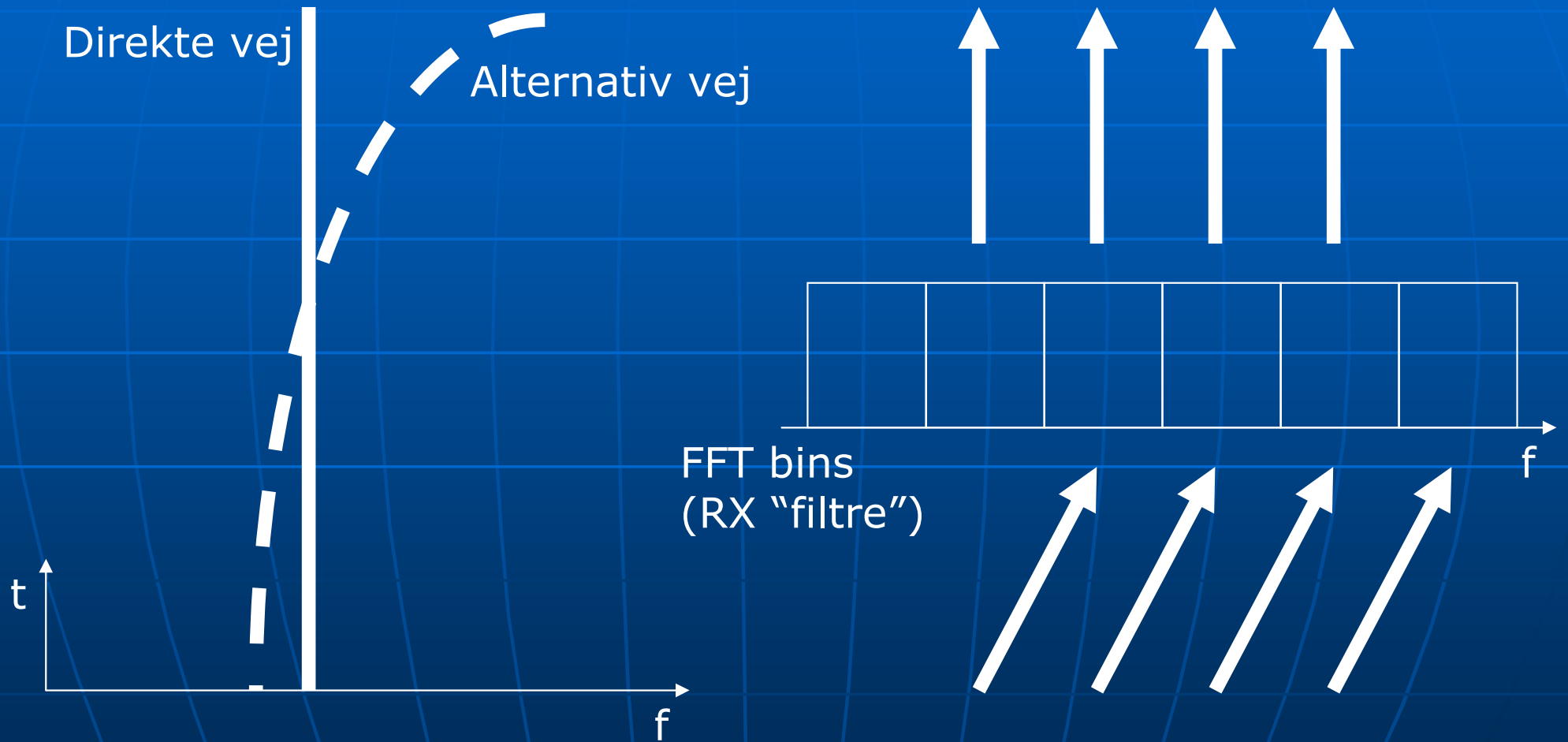


$$174 \text{ bit} / 3 = 2 \times 29 \text{ bit}$$

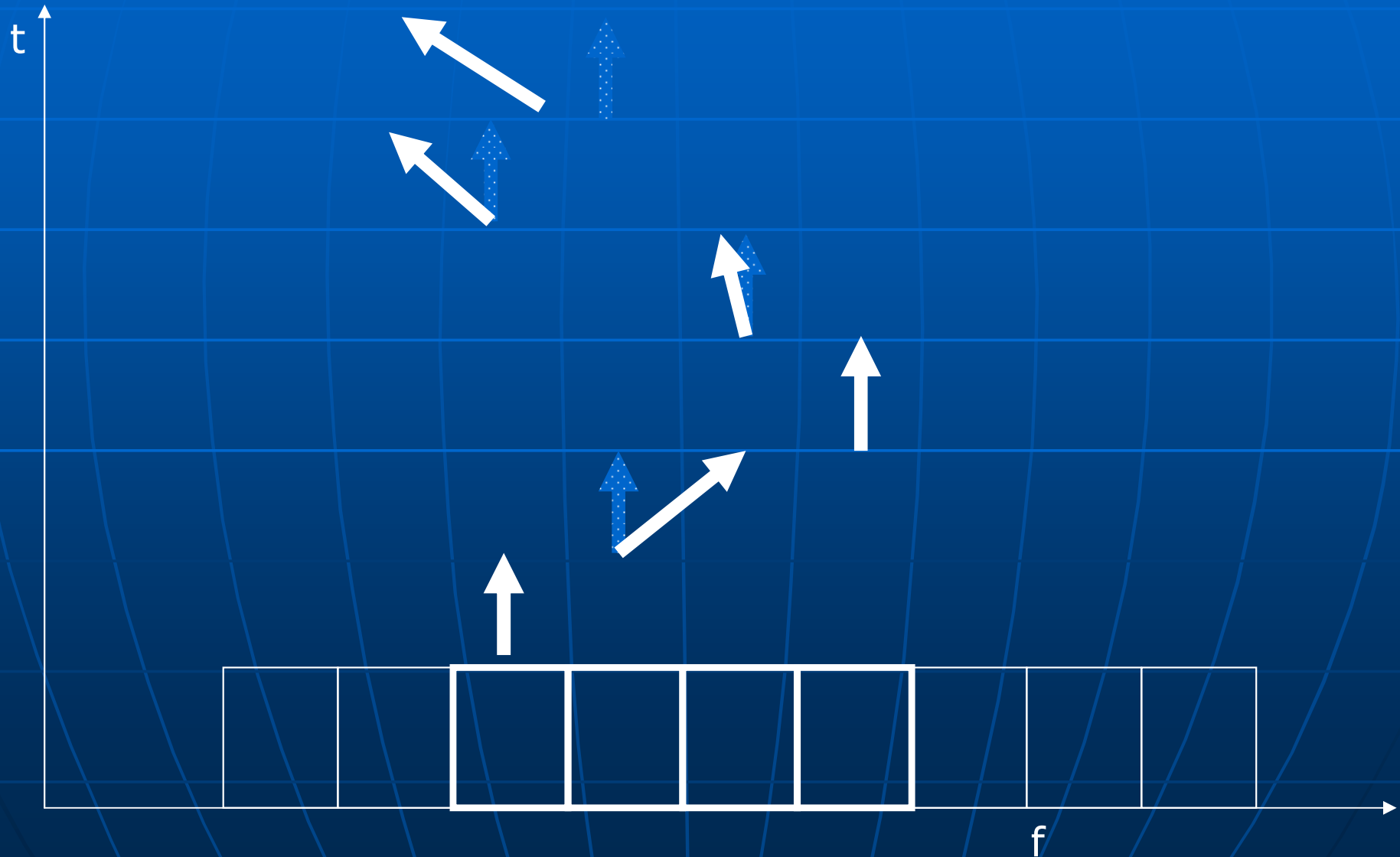
Båndbredde og følsomhed

- Hvis hastigheden øges falder følsomheden modsvarende
 - fx dobbelt hastighed så falder følsomheden med 3 dB
- Men måske kan en hurtigere transmission alligevel være en fordel hvis radiovejen ændrer sig hurtigt

Radiovejens karakteristika

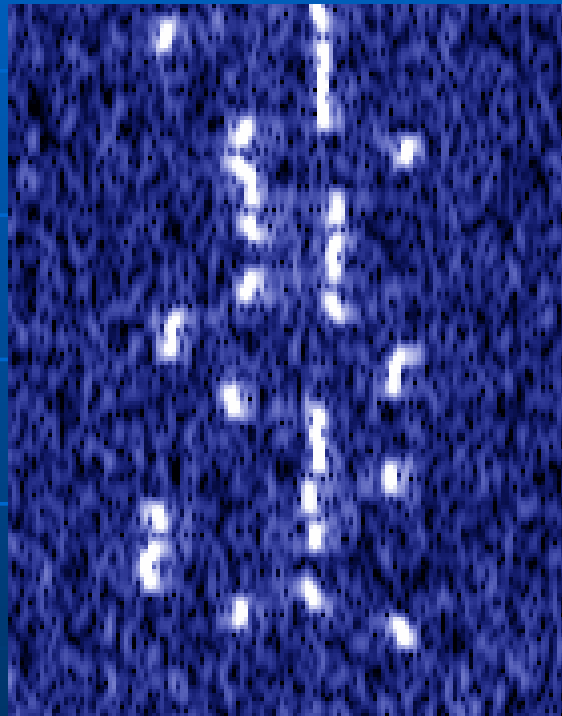


Radiovejens karakteristika



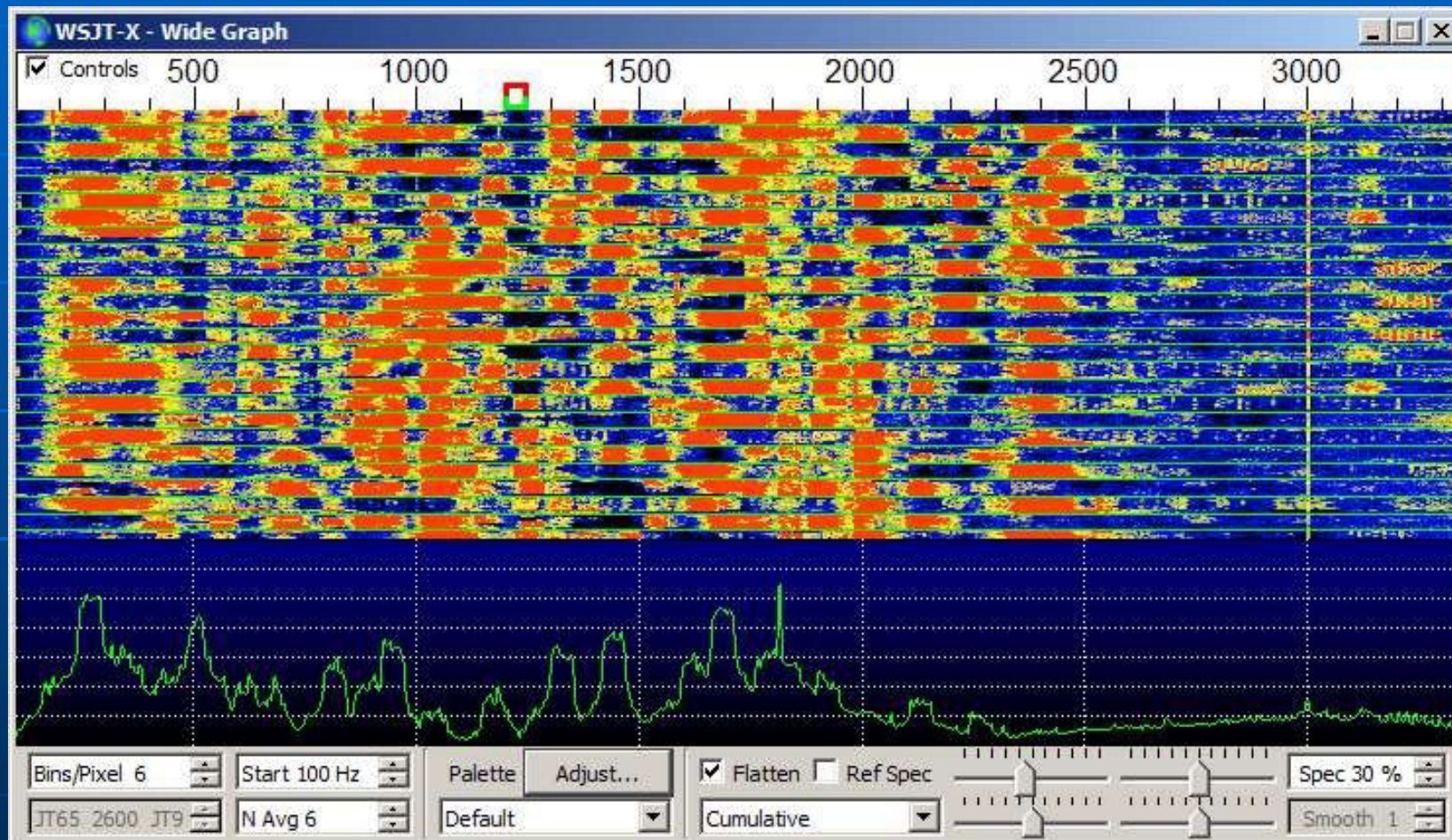
4 FSK med stor afstand

4-tone FSK signal med fem gange tone-afstand



Hvorfor FT4?

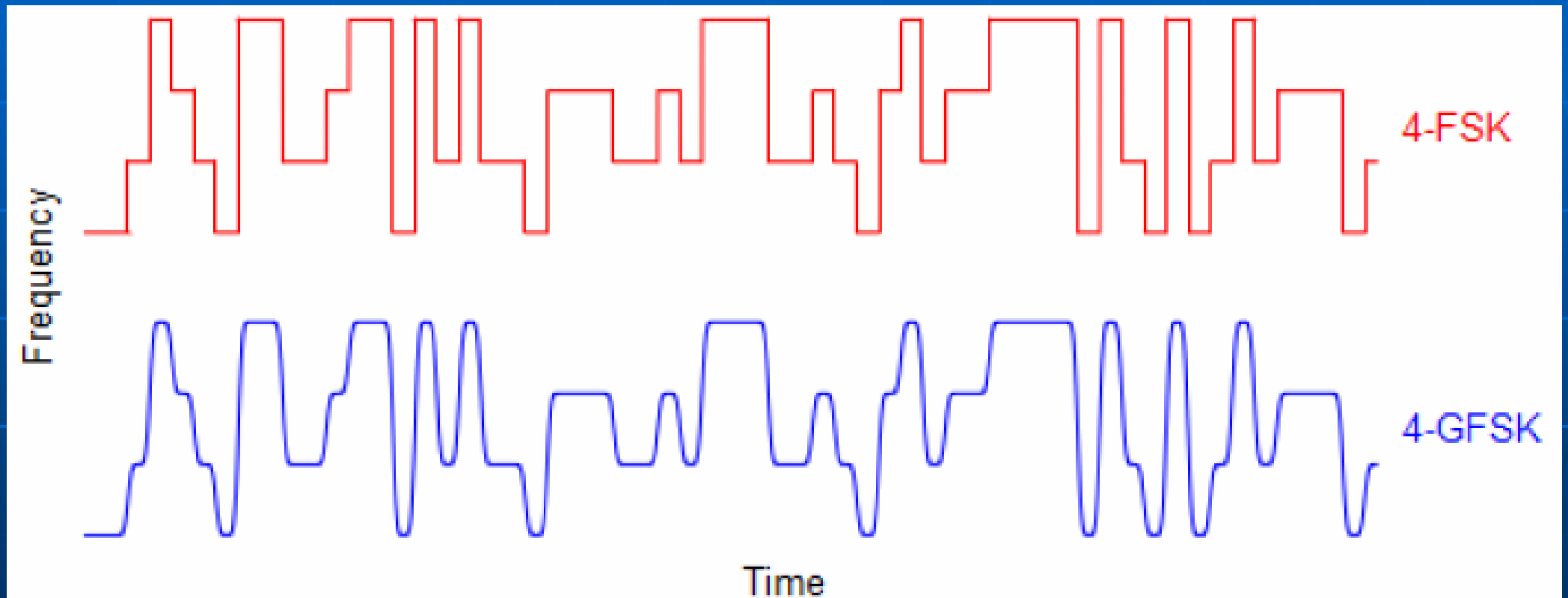
FT8 vandfald



FT4 fordi det ofte kan klares hurtigere da signalerne er kraftige nok

GFSK fylder mindre end FSK

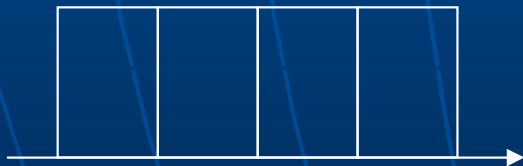
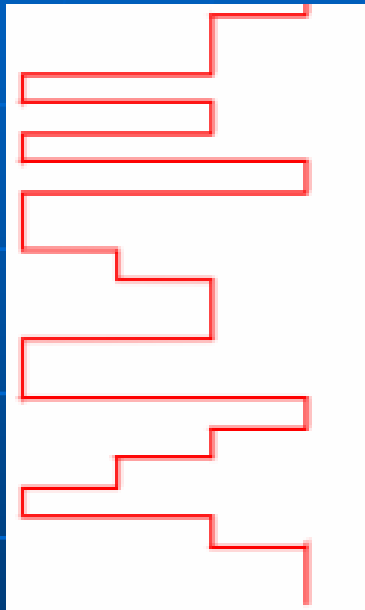
GFSK svarer til en blødere nøgling og dermed mindre nøgleklik



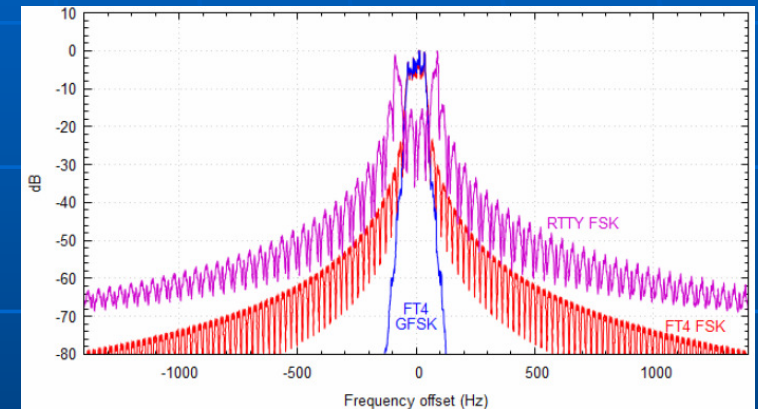
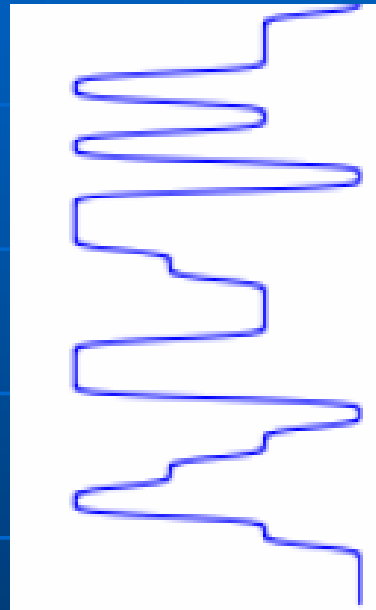
Selv om båndbredden er lidt større. Men så falder følsomheder!

GFSK fylder mindre end FSK

4-FSK



4-GFSK



Skiftet fra FSK til GFSK koster lidt på følsomheden

Hvornår kommer der noget om JTDX, MSHV og WSJT-X?

- Brugen af FT4 og FT8 i programmerne har ikke noget med FT4 og FT8 at gøre!
- QSO'er, F/H osv. kunne også ske med de andre digital modulationer

Tag dette med hjem

- Der findes ingen modulation der er det bedste til alt – desværre
- Det hele er et balance mellem de forskellige forhold
 - Båndet
 - Forholdene
 - Hvad der skal sendes
 - Hvor fleksibelt det skal være
 - Hvor meget ERP der haves
- Følsomhed (S/N) er noget vrøvl. Det eneste det betyde noget er fremkommeligheden (Link Probability)