

Problémy při příjmu v rozsáhlých jednofrekvenčních sítích DVB-T2 v České republice



Karel Mikuláščík

Katedra radioelektroniky, ČVUT-FEL
Radiokomunikace 2021, Pardubice 19.10.2021



Úvod

- přechod na DVB-T2 – motivace = opuštění pásma 700 MHz
 - účinnější kanálové kódování (LDPC+BCH) = + 50 % kapacity
 - teoreticky velmi podobné podmínky pro příjem (C/N) jako u T
 - účinnější zdrojové kódování (HEVC) => SD->HD, SD->3*SD
- ⇒ 2x > ochranný interval, možnost větších SFN, úspora kmitočetů
- ⇒ naplánovány rozsáhlé SFN pro sítě 21, 22 i 23
- ⇒ **Problémy s příjmem ve vybraných oblastech, především síť 21 (SFN26)**

Porovnání parametrů DVB-T a DVB-T2

Porovnání základních a volitelných parametrů radiového rozhraní COFDM

Systém	DVB-T	DVB-T2
ochrana proti chybám při radiovém přenosu (FEC)	Konvoluční kódy Reed Solomon	LDPC (Low density parity check) BCH (Bose-Chaudhuri-Hocquengham)
kódový poměr	1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8	1/2, 3/5, 2/3, 3/4, 4/5, 5/6
modulace nosných	QPSK, 16QAM, 64QAM	QPSK, 16QAM, 64QAM, 256QAM
ochranný interval	1/4, 1/8, 1/16, 1/32	1/4, 19/256, 1/8, 19/128, 1/16, 1/32, 1/128
módy nosných	2k, 8k	1k, 2k, 4k, 8k, 16k, 32k

Parametry původních celoplošných sítí DVB-T

Vysílací síť	mód nosných	modulace datových nosných	kódový poměr	ochranný interval	Přenosová rychlost
1	8k	64-QAM	2/3	1/4	19,9 Mbit/s
2	8k	64-QAM	2/3	1/4	19,9 Mbit/s
3	8k	64-QAM	3/4	1/8	24,9 Mbit/s
4	8k	64-QAM	3/4	1/8	24,9 Mbit/s

Parametry stávajících celoplošných sítí DVB-T2

Vysílací síť	mód nosných	modulace datových nosných	kódový poměr	ochranný interval	Přenosová rychlost Mbit/s
21	32k	256-QAM	2/3	1/8	33,31 Mbit/s
22	32k	256-QAM	2/3	1/8	33,31 Mbit/s
23	32k	256-QAM	2/3	1/8	33,31 Mbit/s
24	32k	256-QAM	3/4	1/8	37,1 Mbit/s

Kombinace čtyřnásobného počtu nosných kmitočtů (nově mód 32k) a poměru ochranného intervalu v našem případě pro DVB-T2 zvyšuje dobu trvání ochranného intervalu z 224 na 448 us (mikro sekund). Za dobu trvání ochranného intervalu signál urazí 67,2 respektive 134,4 kilometrů. Rozhodující je pro příjem je rozdíl vzdáleností.

Pokus o klasifikaci/řešení problémů

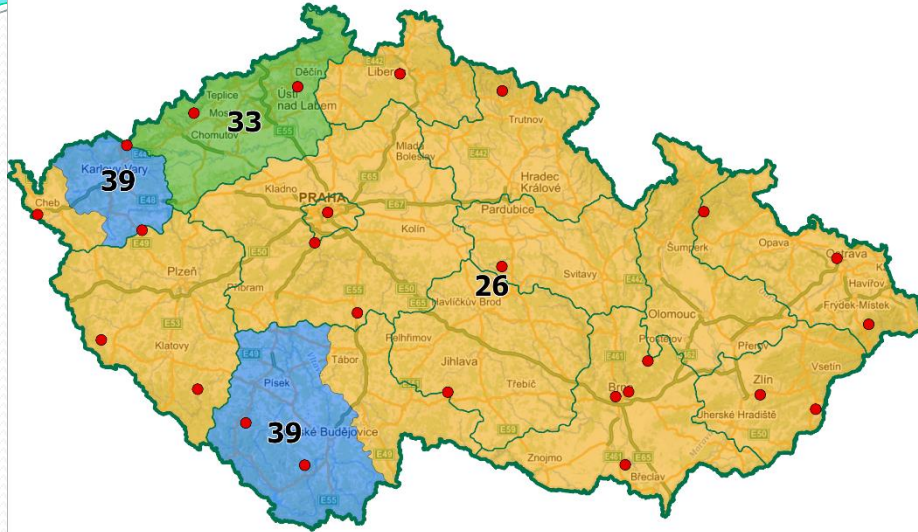
- vylučujeme problémy rutinně řešitelné s patřičnou měřicí technikou: vadné prvky, kabeláže, přebuzení, rušení od mobilních sítí, atd.
- 1. signál „za intervalem“ – systémový problém v rozsáhlé SFN
- 2. mnohočetné signály – včetně tzv. preecha – obtížně specifikovatelný problém související pravděpodobně s ne úplně korektním zpracováním signálu v přijímačích (vybrané typy jsou na tom hůř), měřicí přístroje většinou detekují bez problému, častou se spoustou „ech“

Problémy s příjmem v podmínkách více časově posunutých signálů (v „echoanalýze“) hlásí anténáři napříč Českou republikou.

- ⇒ porovnání se zahraničím
- ⇒ ukázka teoretických výpočtů oblastí signálu „za intervalem“
- ⇒ ukázka teoretických výpočtů oblastí s různou četností signálů
- ⇒ praktická ukázka řešení příjmu v rozsáhlé SFN – Červenohorské sedlo vs. údaje z výpočtů

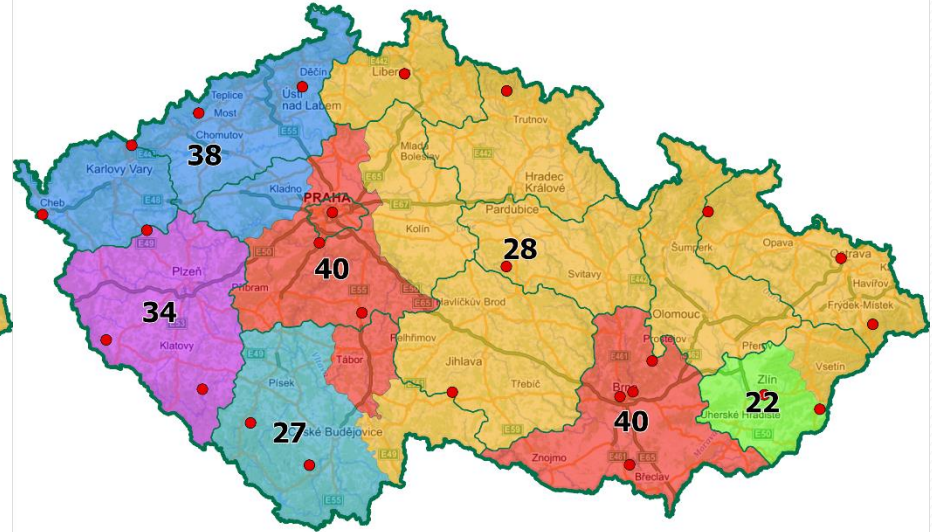
Celoplošné DVB-T2 sítě – kmitočty (schématicky)

DVB-T2 - Vysílací síť 21, rozsah jednofrekvenčních sítí



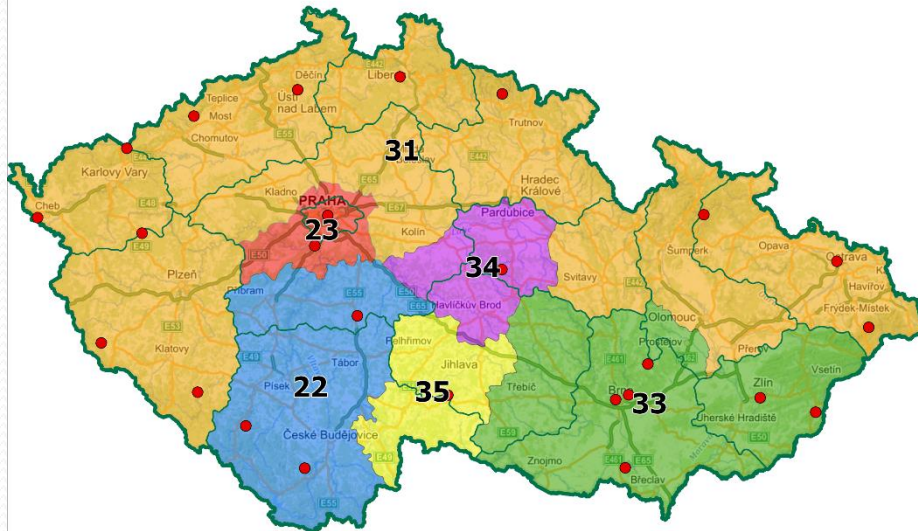
© Olegoradex spol. s r.o. 2014 CC BY SA
digital-radio.cz KM

DVB-T2 - Vysílací síť 22, rozsah jednofrekvenčních sítí



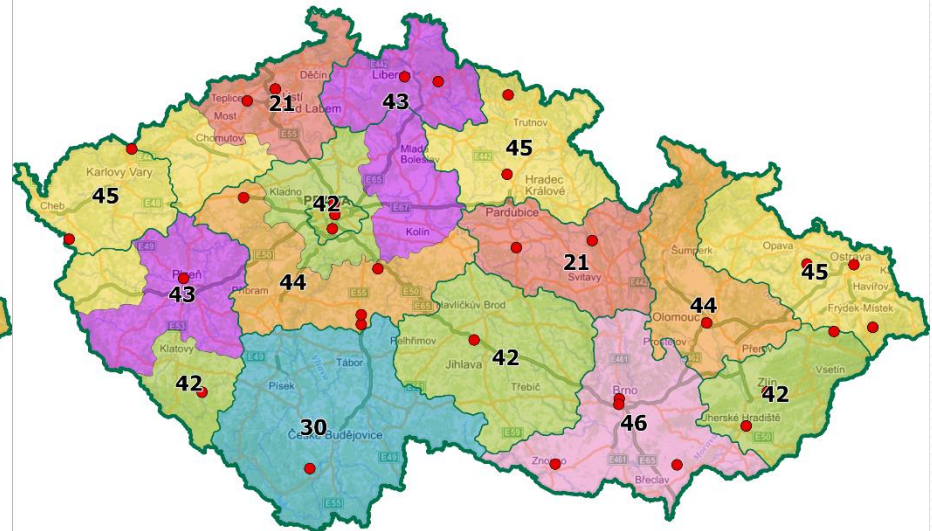
© Olegoradex spol. s r.o. 2014 CC BY SA
digital-radio.cz KM

DVB-T2 - Vysílací síť 23, rozsah jednofrekvenčních sítí



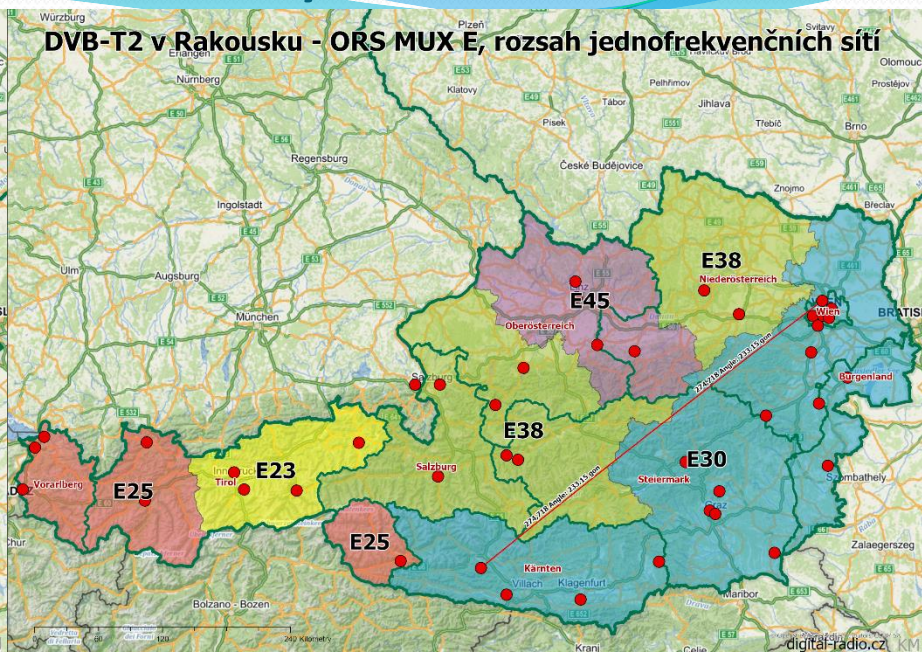
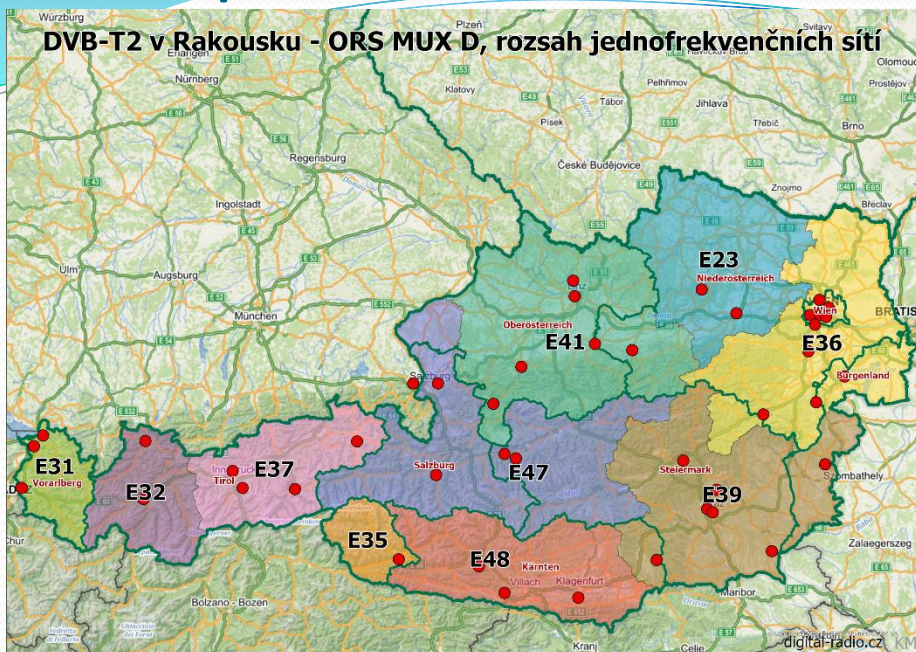
© Olegoradex spol. s r.o. 2014 CC BY SA
digital-radio.cz KM

DVB-T2 - Vysílací síť 24, rozsah jednofrekvenčních sítí

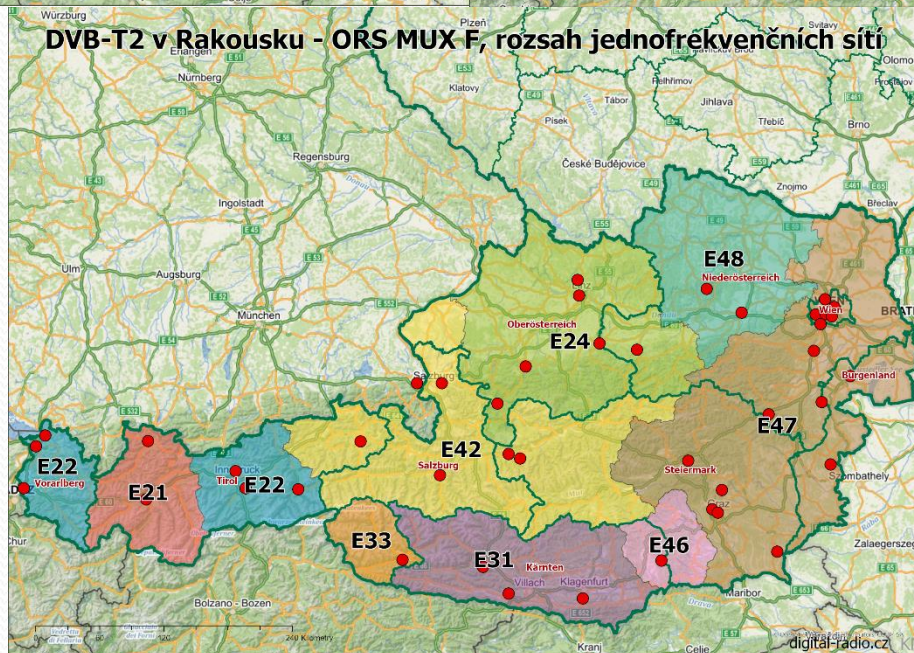


© Olegoradex spol. s r.o. 2014 CC BY SA
digital-radio.cz KM

Celoplošné DVB-T2 sítě – kmitočty, Rakousko



- v provozu jsou tři celoplošné DVB-T2 multiplexy s privátními stanicemi, se shodným obsahem pro celý stát
- robustnější přenosový mód (64-QAM)



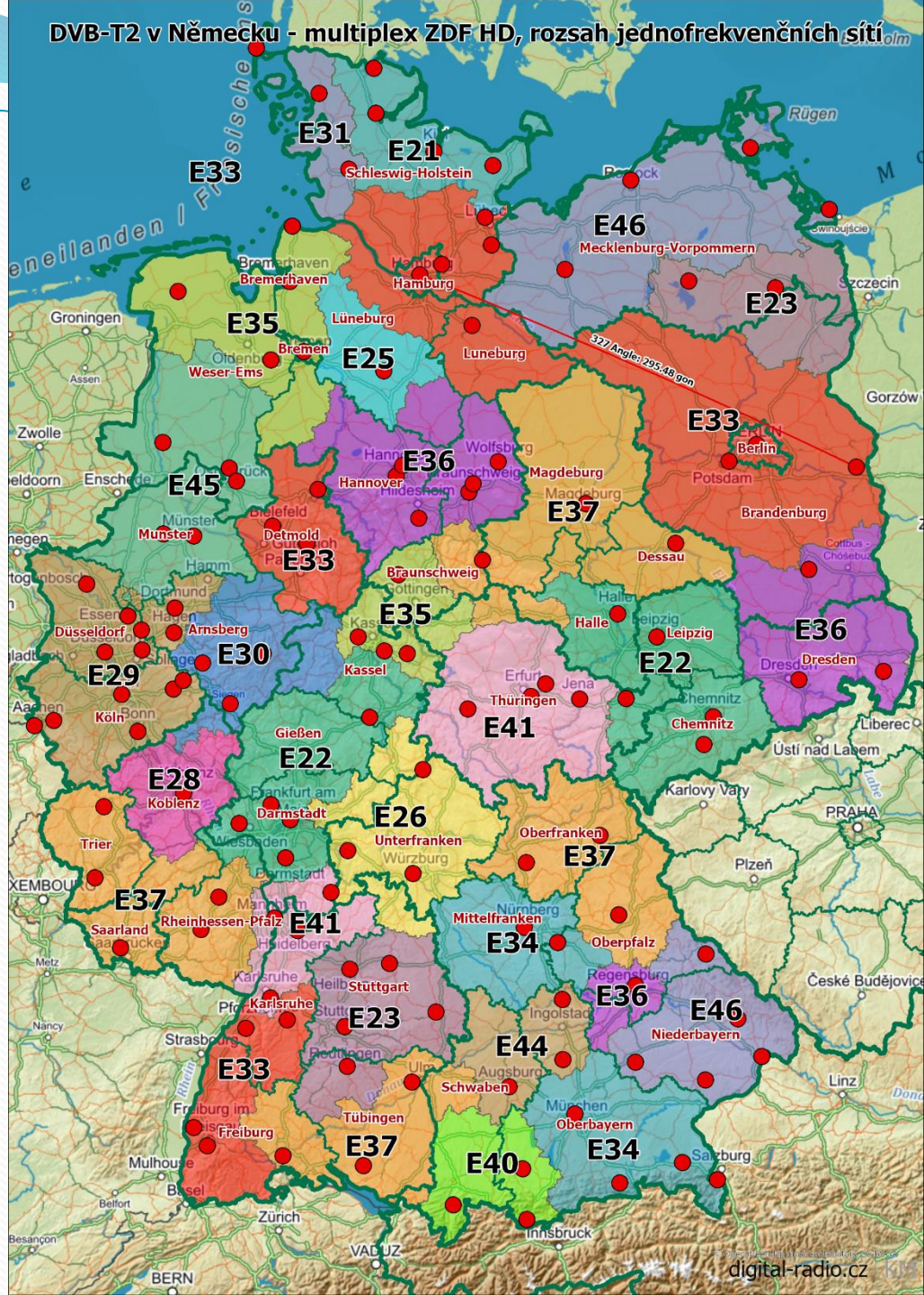
- veřejnoprávní multiplex vysílá v regionálních mutacích stále v DVB-T společně s další DVB-T sítí s privátními stanicemi
- případné místní vysílání obsluhuje též DVB-T

Celoplošná DVB-T2 síť ZDF HD – kmitočty, Německo

- Německé zemské vysílání disponuje ve většině spolkových zemích šesti DVB-T2 multiplexy
- tyto multiplexy jsou regionálně členěné s výjimkou multiplexu ZDF HD
- případné lokální sítě zůstávají podobně jako u nás většinou v DVB-T
- robustnější přenosový mód (64-QAM)

Zdroj dat: fmlist.org

Země	Rakousko	Německo
multiplex	ORS MUX-D, E, F	ZDF-HD
modulace datových nosných	64-QAM	64-QAM
ochranný interval	1/16	19/128
kódový poměr	3/4	3/5
datová rychlost	29,8 Mbit/s	22 Mbit/s



DVB-T2 ve Velké Británii - rozsah jednofrekvenčních sítí



Celoplošné DVB-T2 sítě ve Velké Británii

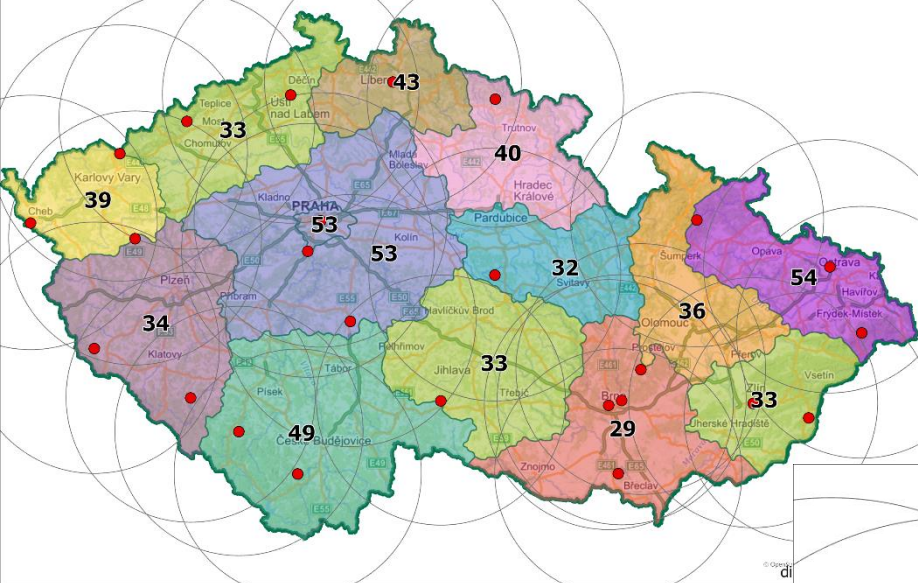
- 2 vrstvy sítí DVB-T2
- ostatních zhruba 5 vrstev sítí vysílá nadále v DVB-T

Zdroj dat: fmlist.org

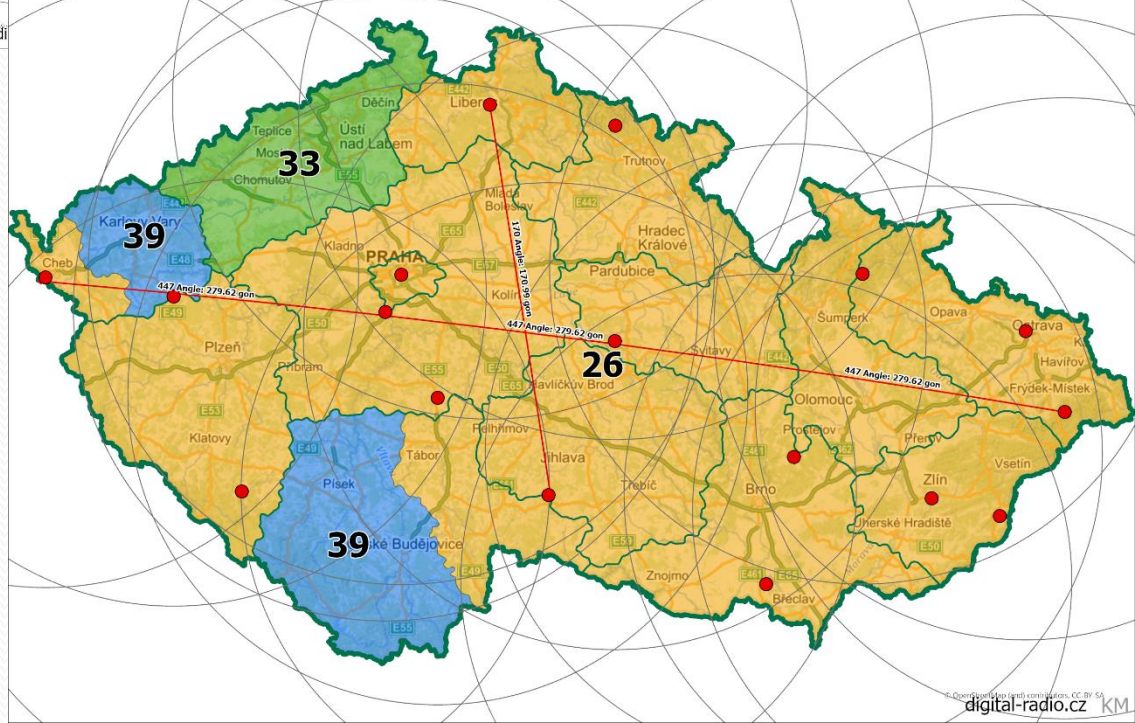
Země	Velká Británie	
multiplex	PSB3	COM7
modulace datových nosných	256-QAM	256-QAM
ochranný interval	19/128	1/16
kódový poměr	2/3	2/3
datová rychlost	40,23 Mbit/s	40,23 Mbit/s

Multiplex ČT, od DVB-T k DVB-T2

DVB-T - Vysílací síť 1, rozsah jednofrekvenčních sítí

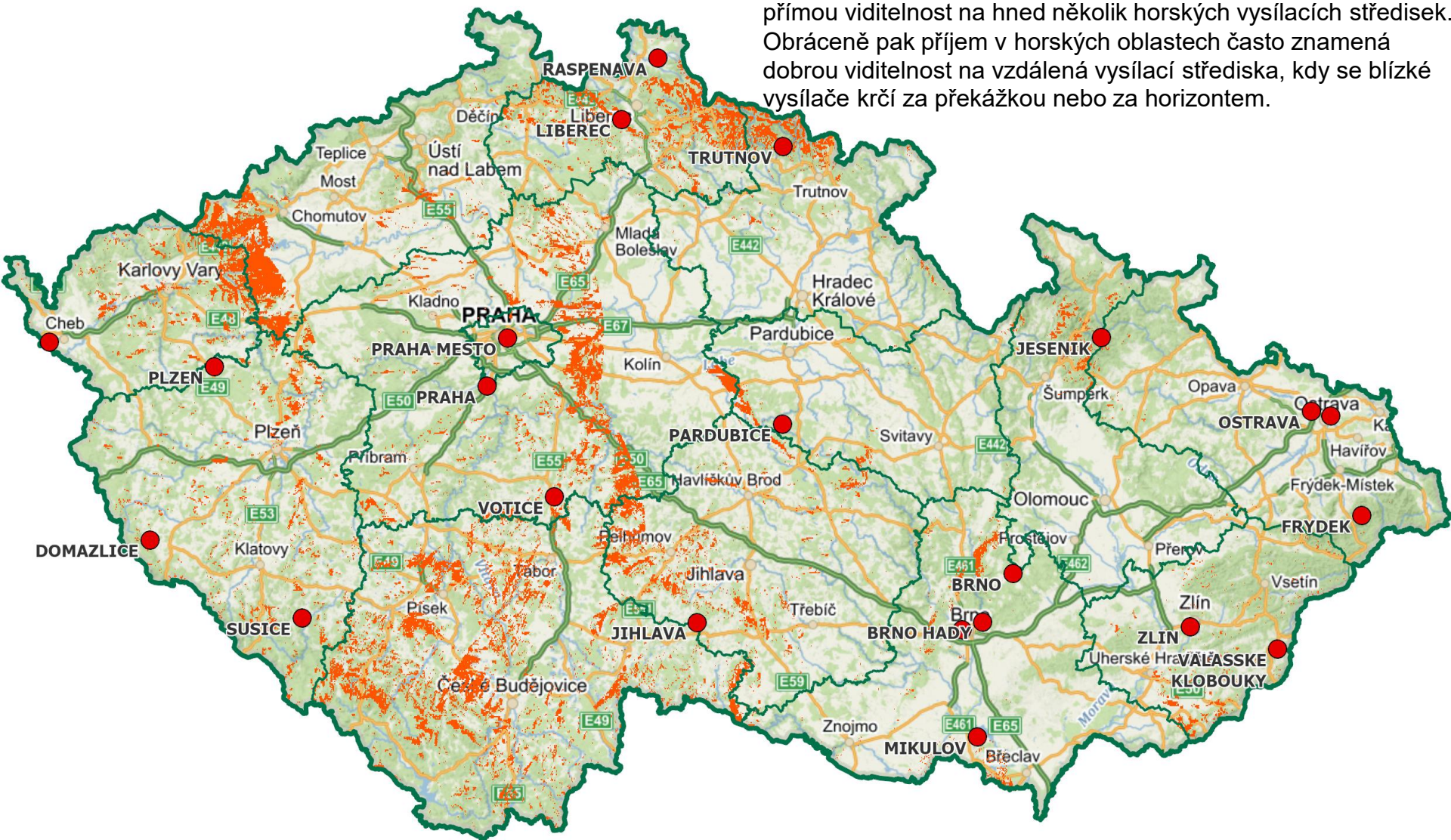


DVB-T2 - Vysílací síť 21, rozměry SFN na kanále 26



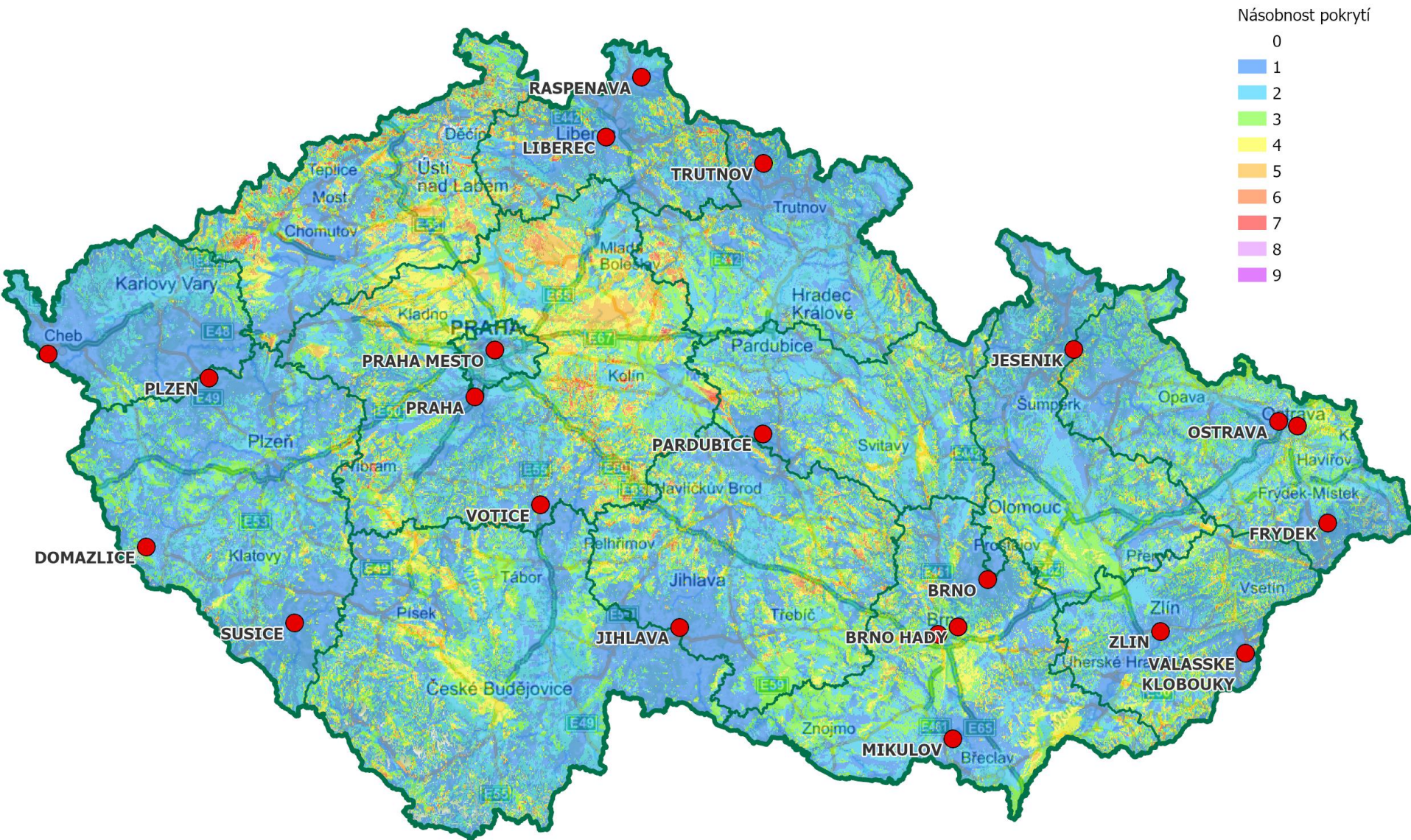
DVB-T2 Multiplex 21, SFN kanál 26: místa s potenciálem k překročení ochranného intervalu

Spousta jen mírně vyvýšených míst např. v české kotlině má přímou viditelnost na hned několik horských vysílacích středisek. Obráceně pak příjem v horských oblastech často znamená dobrou viditelnost na vzdálená vysílací střediska, kdy se blízké vysílače krčí za překážkou nebo za horizontem.



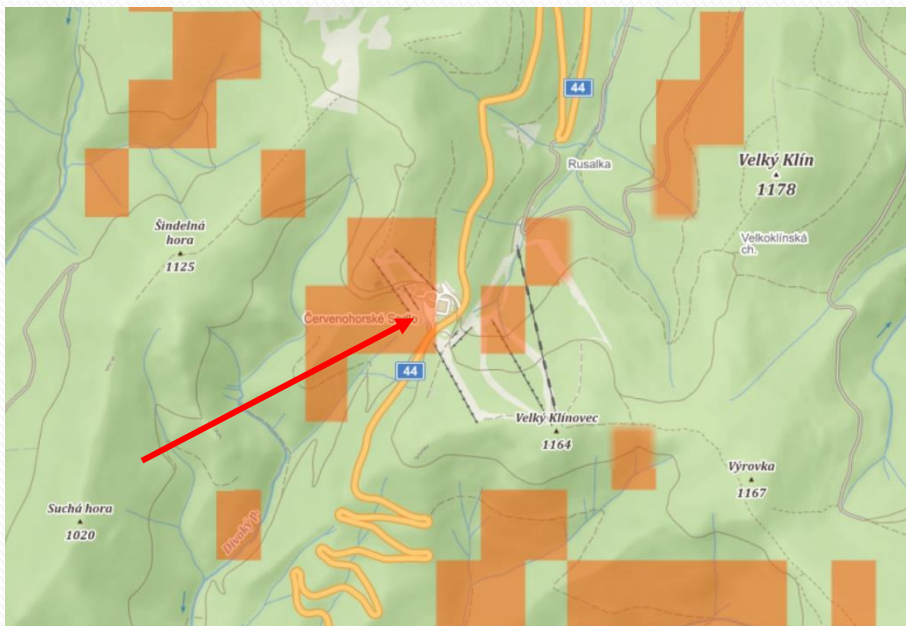
Funkční rozsáhlá jednofrekvenční síť není mýtus. Pokud dokáží na všech místech, kde požadují možnost příjmu zajistit, že divákovi na anténu nedorazí dva signály, jejichž vzájemný časový posun by byl větší než ochranný interval a ideálně zajistím, aby signály dalších vysílačů vyjma toho v místě dominantního byly výrazně slabší, mám šanci pokrýt téměř nekonečné území.

DVB-T2 Multiplex 21, SFN kanál 26: násobnost pokrytí pro 15 dB okno



Obě mapy vznikly na základě algoritmizace dat o pokrytí z 22 vysílačů SFN26 získaných pomocí SW Radio Mobile. ČR je zde pokryta body v rastru 250x250 m. Všechny body mají definovanou úroveň a vzdálenost od každého vysílače.

Překročený ochranný interval – predikce, lokality Červenohorské sedlo (SFN26)



lokality	vzdálenost	úroveň
JESENIK	7,4 km	46,5 dBuV/m
BRNO	87,4 km	30,3 dBuV/m
PARDUBICE	106,9 km	56,4 dBuV/m
JIHLAVA	165 km	53,2 dBuV/m
VOTICE	187,6 km	28,9 dBuV/m

- JESENIK vs. JIHLAVA – „za intervalem“
- JESENIK vs. PARDUBICE – „preecho“

Z pohledu frekvenčního plánování:

- JESENIK na jiné frekvenci => mizí problém „za intervalem“ i „preecha“
- PARDUBICE a JIHLAVA na jiné frekvenci (viz další snímek) => mizí problém s mnohočetnými signály – obdobně jako v síti 22. V síti 23 je možno volit vzdálenější SFN.

Ukázka: Echo analýza – lokalita Červenohorské sedlo (SFN26)

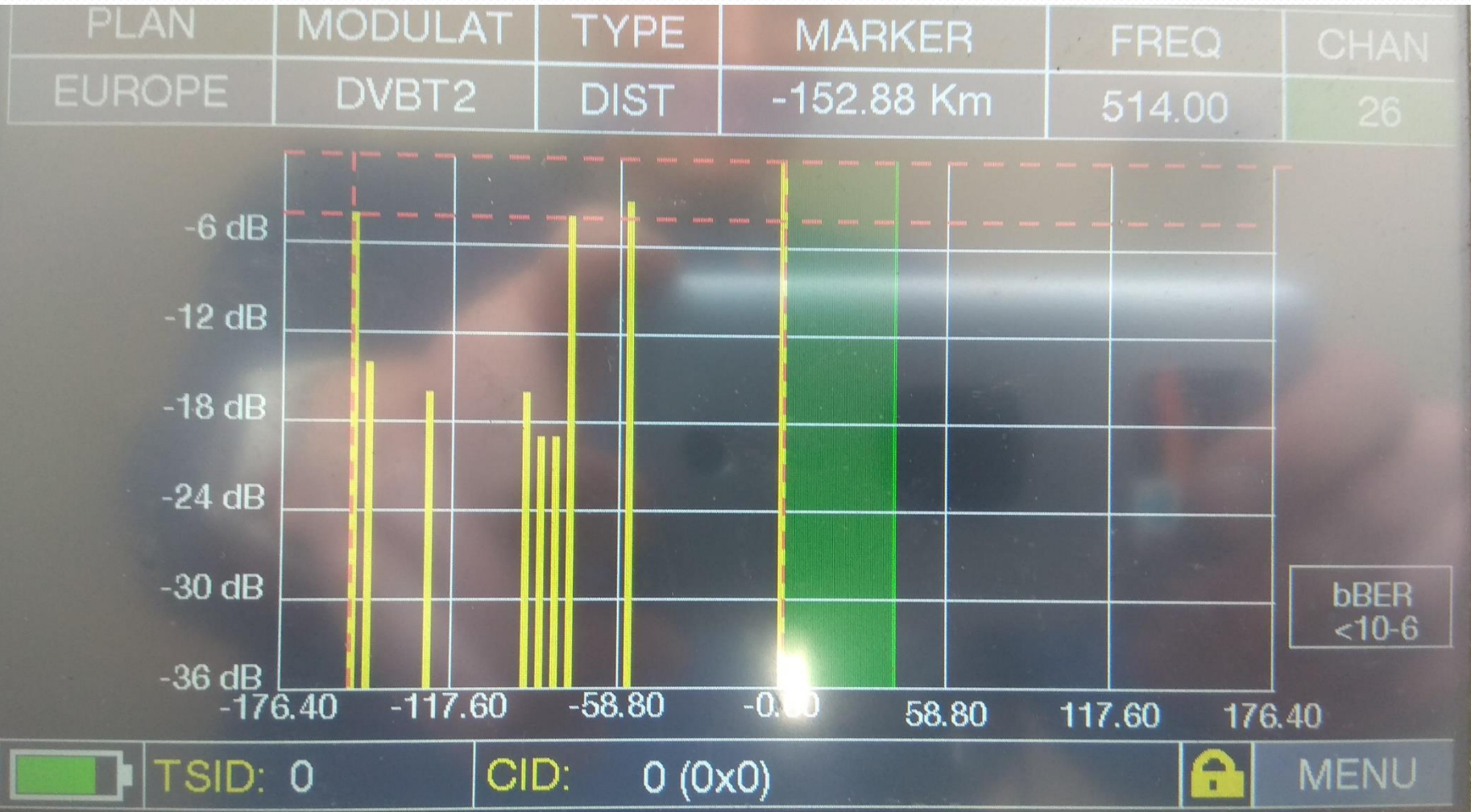
Ing. Vladimír Bílý

made in Italy



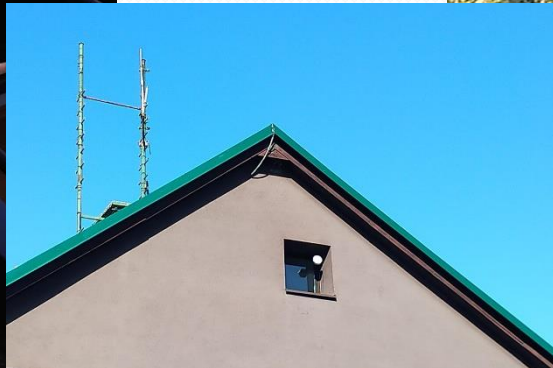
Ukázka: Echo analýza – s markerem na přechu lokalita Červenohorské sedlo (SFN26)

Ing. Vladimír Bílý

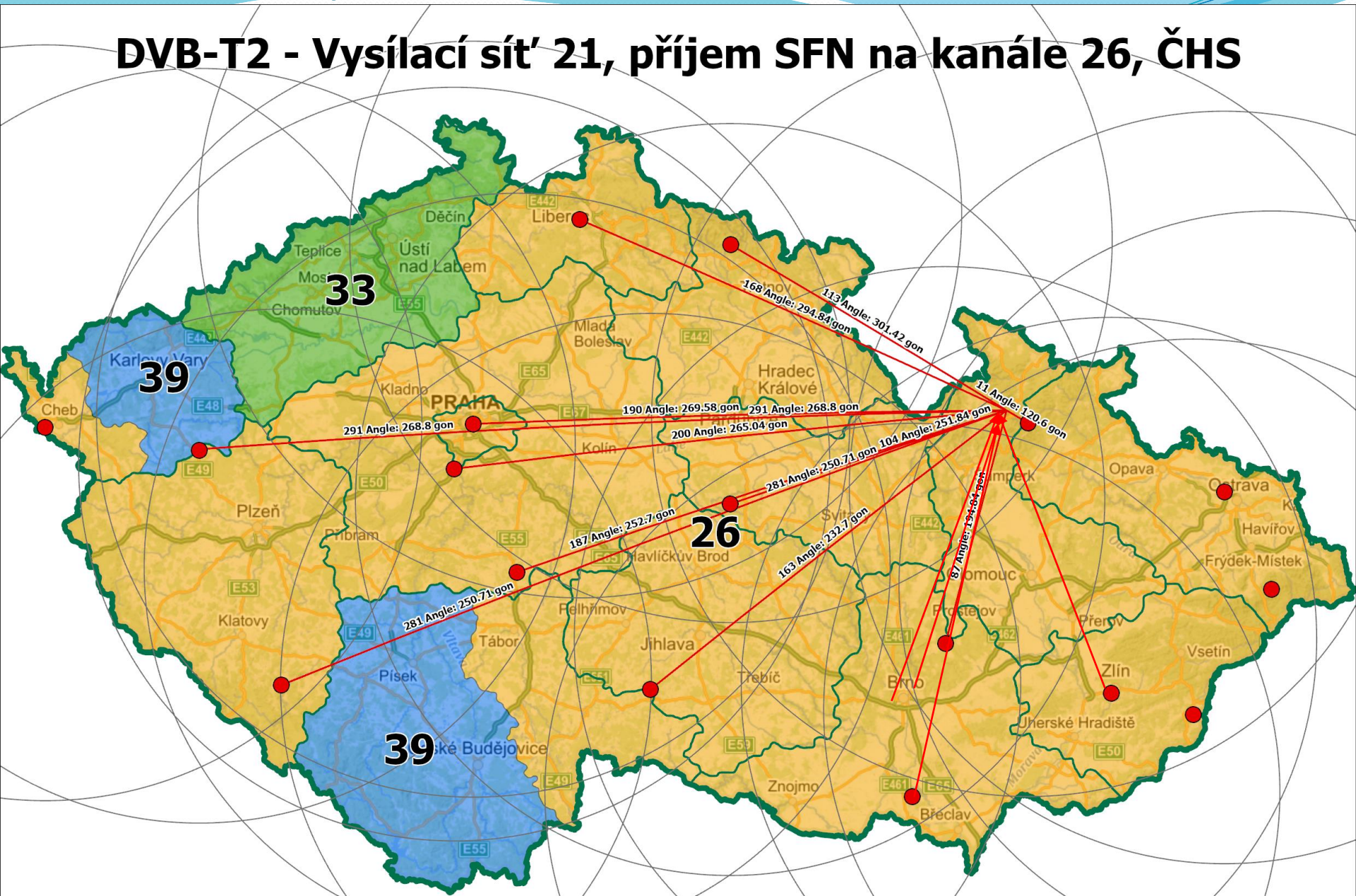


Řešení anténního systému pro úspěšný příjem lokality Červenohorské sedlo (SFN26)

Ing. Vladimír Bílý



DVB-T2 - Vysílací síť 21, příjem SFN na kanále 26, ČHS



Závěr

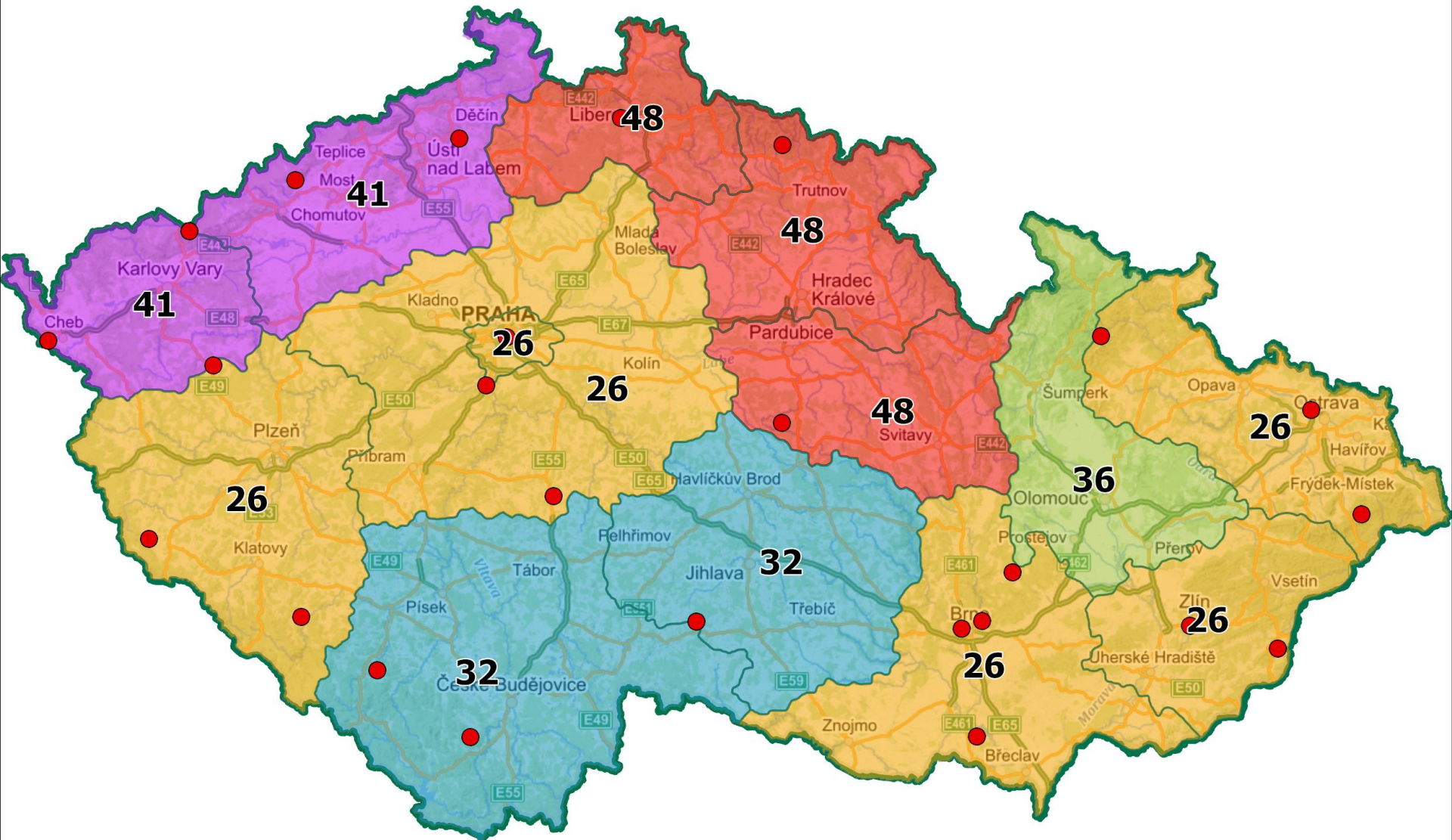
Pohled do zahraničí:

- v sousedních zemích – robustnější schéma, přesto nevolili rozsáhlé SFN
- ve Velké Británii – rozsáhlé roviny, vzdálené vysílače, vyšší kmitočty

Možné řešení problému s příjmem:

- složité ladění anténních systémů v problematických oblastech
 - výměna problematických přijímacích zařízení za vhodnější typy
 - realizace dokrývacích vysílačů
- ⇒ nejistý výsledek pro dlouhodobou funkčnost (inverze)/nákladné
nebo
- ⇒ citlivé rozdělení rozsáhlé SFN₂₆ do menších SFN s využitím schválených koordinací, s možností benefitu regionalizace multiplexu ČT

DVB-T2 - Vysílací síť 21, možné využití kmitočtů sítí 25 a 26





Děkuji za pozornost!

Karel.Mikulastik@fel.cvut.cz

<http://digital-radio.cz>

<https://digital.rozhlas.cz/ladime-rozhlasove-a-televizni-vysilani-8421254>