

Hluk VTE

Ing. Aleš Jirásk

ZÚ se sídlem v Ostravě, Ústí nad Orlicí

NRL pro komunální hluk

www.nrl.cz

ales.jiraska@zuova.cz

Přehled témat

- hygienické limity
- fyzika: infrazvuk / nf zvuk, tónový
- měření hluku VTE
- rušivost VTE = amplitudová modulace
- výpočty hluku VTE

- případové studie
- epidemiologické studie
- technické studie (aeroakustika, meteorologie)
- fyziologické studie

Limity hluku A v noční době

WHO (Guideline value 1995, 1999, NNGL 2007)

- $L_{Aeq,T} = 40$ dB v chráněném venkovním prostoru staveb (outside bedrooms)
- $L_{Aeq,T} = 30$ dB v chráněném vnitřním prostoru staveb (indoors)

EU

- DK 1991, D 1998, PL 2007: $L_{Aeq,T} = 45$ dB pro řídké osídlení „neighbouring properties“, 40 dB pro místa hustě osídlená „residential areas“ nebo speciální ochrany „institutions, week-end houses, gardens or recreations“
- DK 2006: $L_{Aeq,T} = 44, 39$ dB při 8 m/s v 10 m, resp. -2 dB při 6 m/s v 10 m
- DK 2012: $LLFA_{eq,T} = 20$ dB při 6 i 8 m/s v chr. vnitřním prostoru staveb
- GB: $LA_{90,10min} = 35-40$ dB (podle počtu bytů „dwellings“, kWh, doby a hladiny exp.), 45 dB pro „insidera“, doporučení 5 dB nad hluk pozadí

USA (Local or State Noise Ordinances)

- Wisconsin $L_{Aeq,T} = 50$ dB, Michigan 55 dB, California 60 dB pro malé VTE

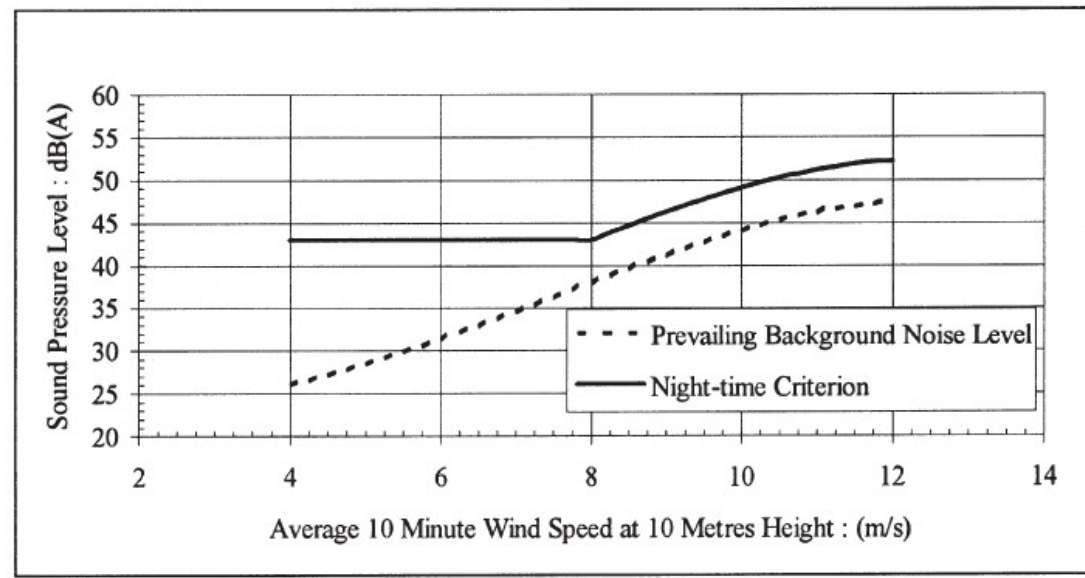
ČR

- $L_{Aeq,T} = 40$ dB v chráněném venkovním prostoru staveb
- $L_{Aeq,T} = 30$ dB v chráněném vnitřním prostoru staveb

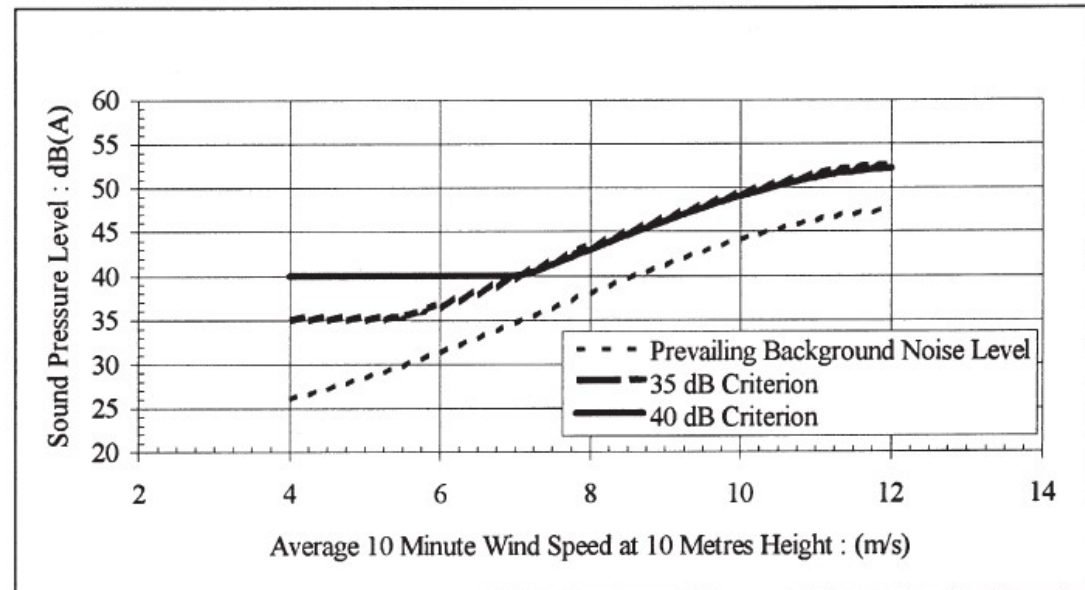
Limit hluku A

kombinace absolutního a relativního limitu (v závislosti na hluku pozadí)

- GB ETSU-R-97
- F, NL, NZ, AUS
- USA
- DK



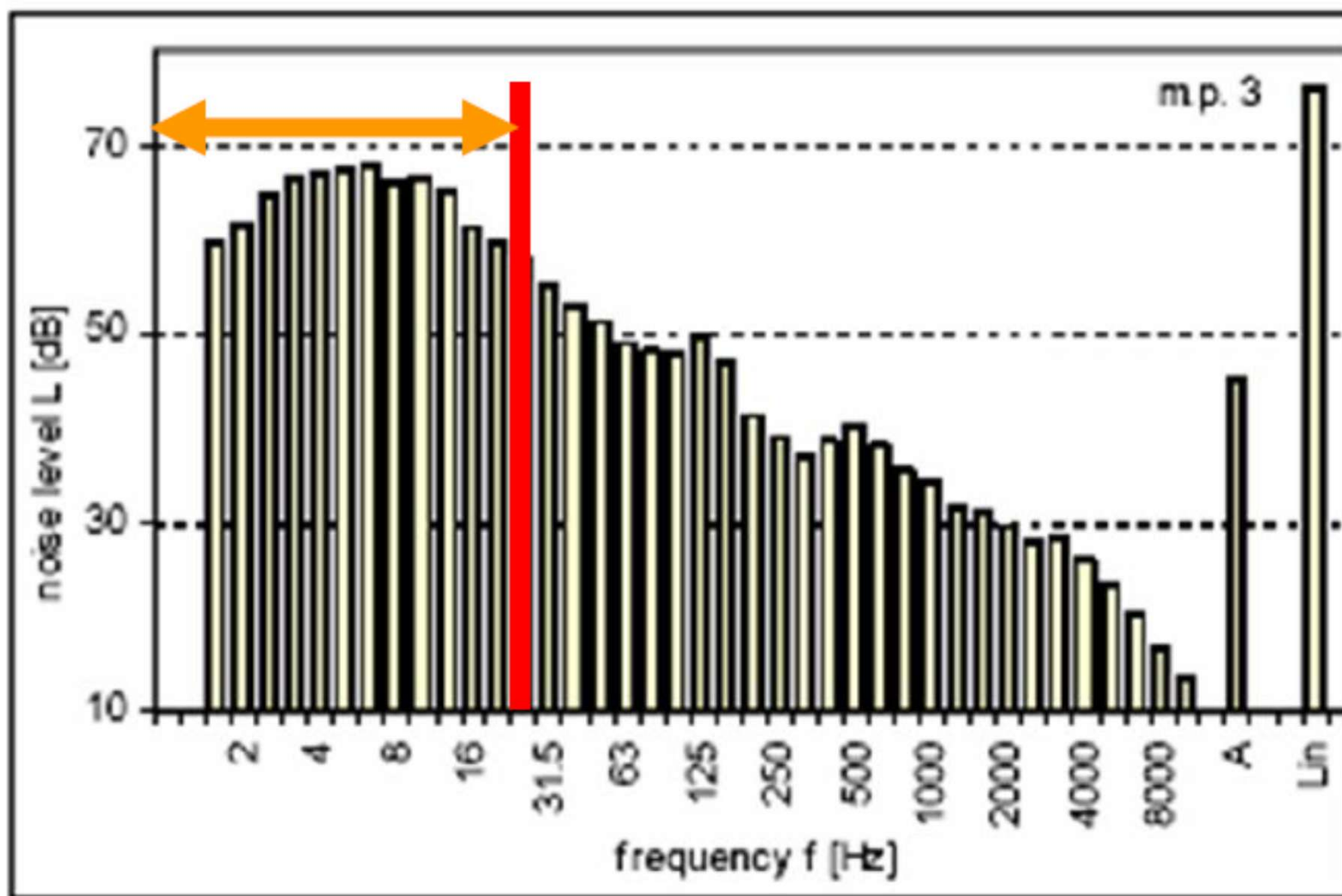
Example of night-time noise criterion



Example of day-time noise criterion

Infraczvuk / nf zvuk

infraczvuk 0 – 20 Hz, nf hluk 20 – 160 (200) Hz



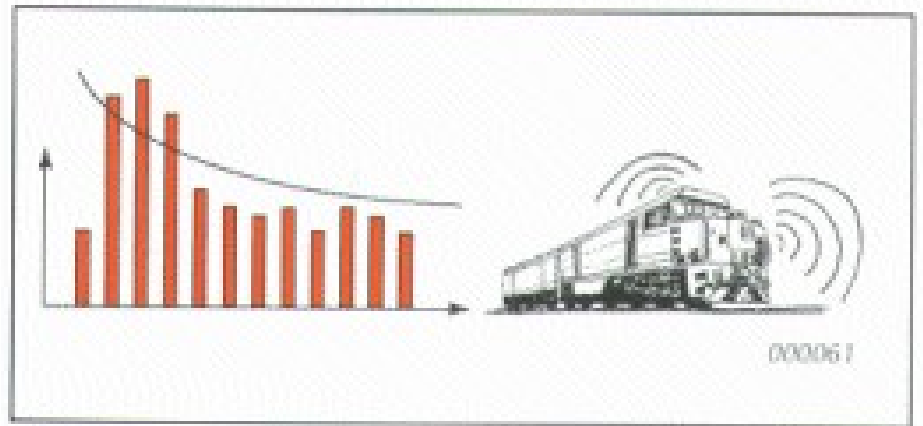
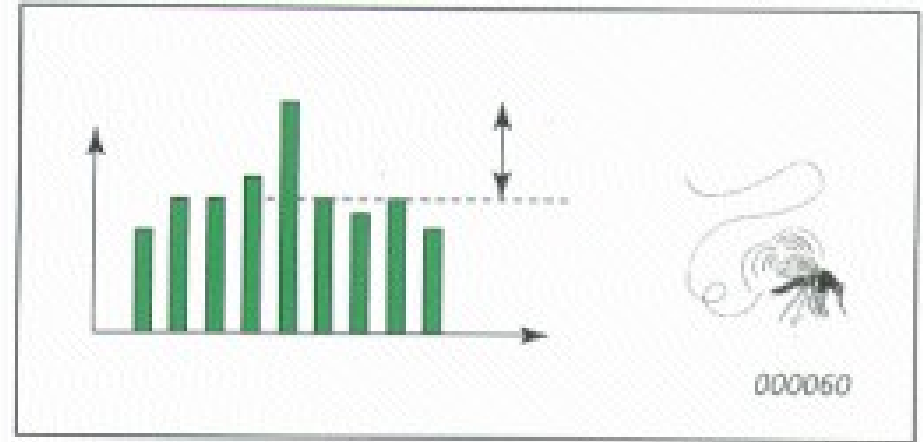
„Limity“ infrazvuku / nf zvuku

není **limit**

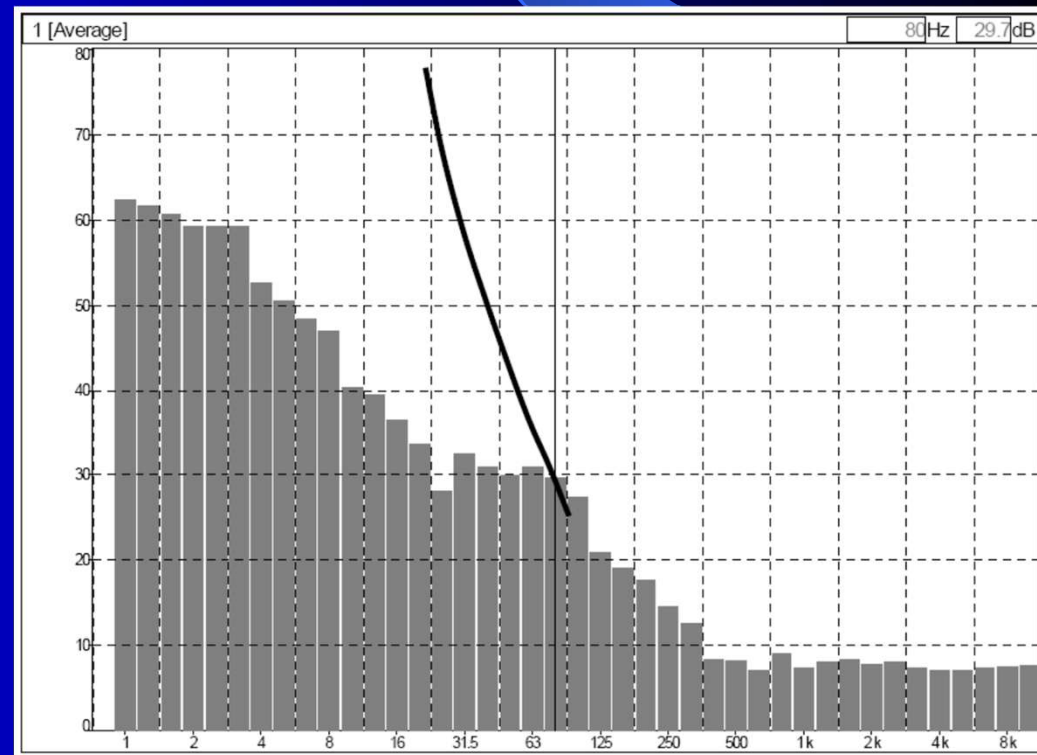
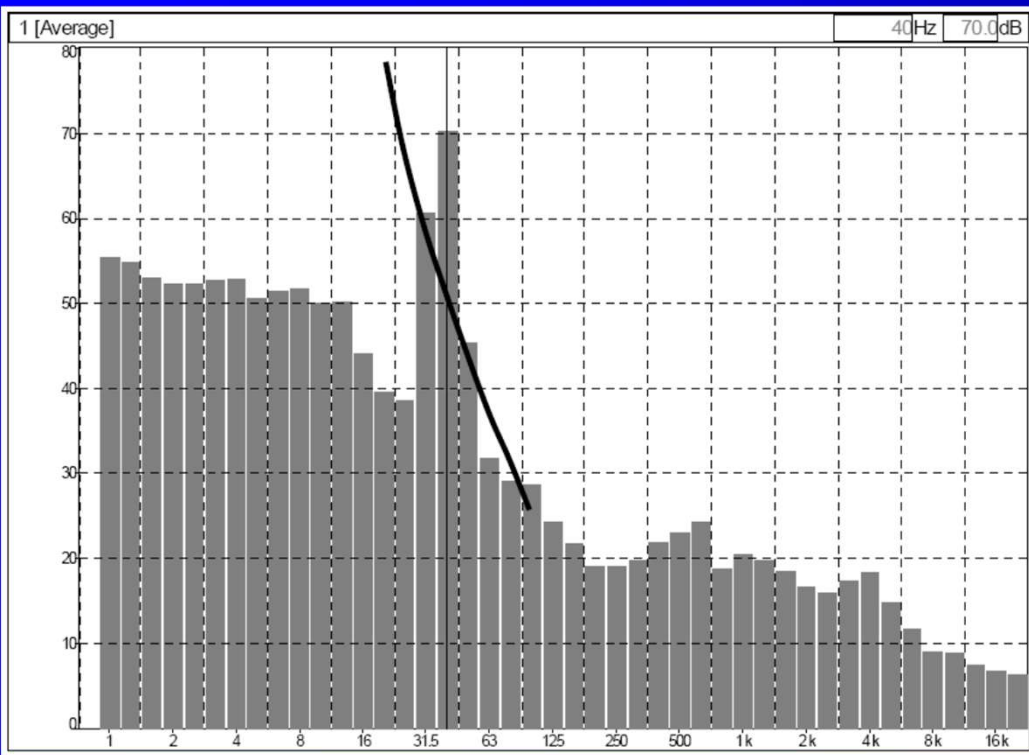
- doporučená hodnota v ČSN ISO 7196 LG=90 dB, v Dánsku LG=85 dB
- hladiny prahu slyšení pro jednotlivá frekvenční pásma v ČSN ISO 226
- směrné křivky (criterion curves) - hladiny akustického tlaku ve třetinooktávových frekvenčních pásmech již od 8 Hz
- hladiny prahu slyšení LPS v příloze č. 1 k nařízení vlády č. 272/2011 Sb.

Hluk s tónovými složkami

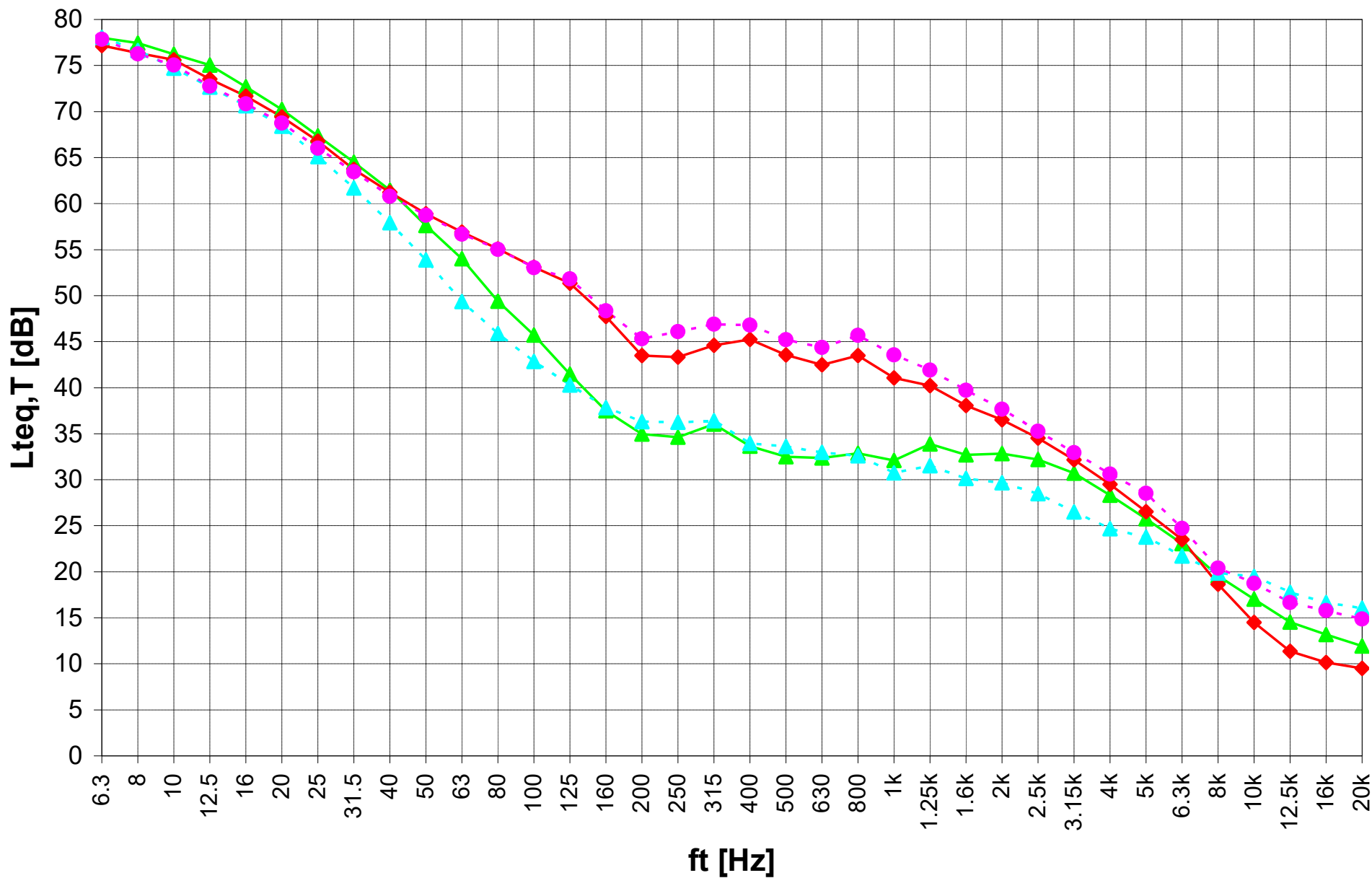
- tón = hladina v 1/3okt. pásmu o 5 dB vyšší
- v nf oblasti se porovnává s prahy slyšení frekvencí



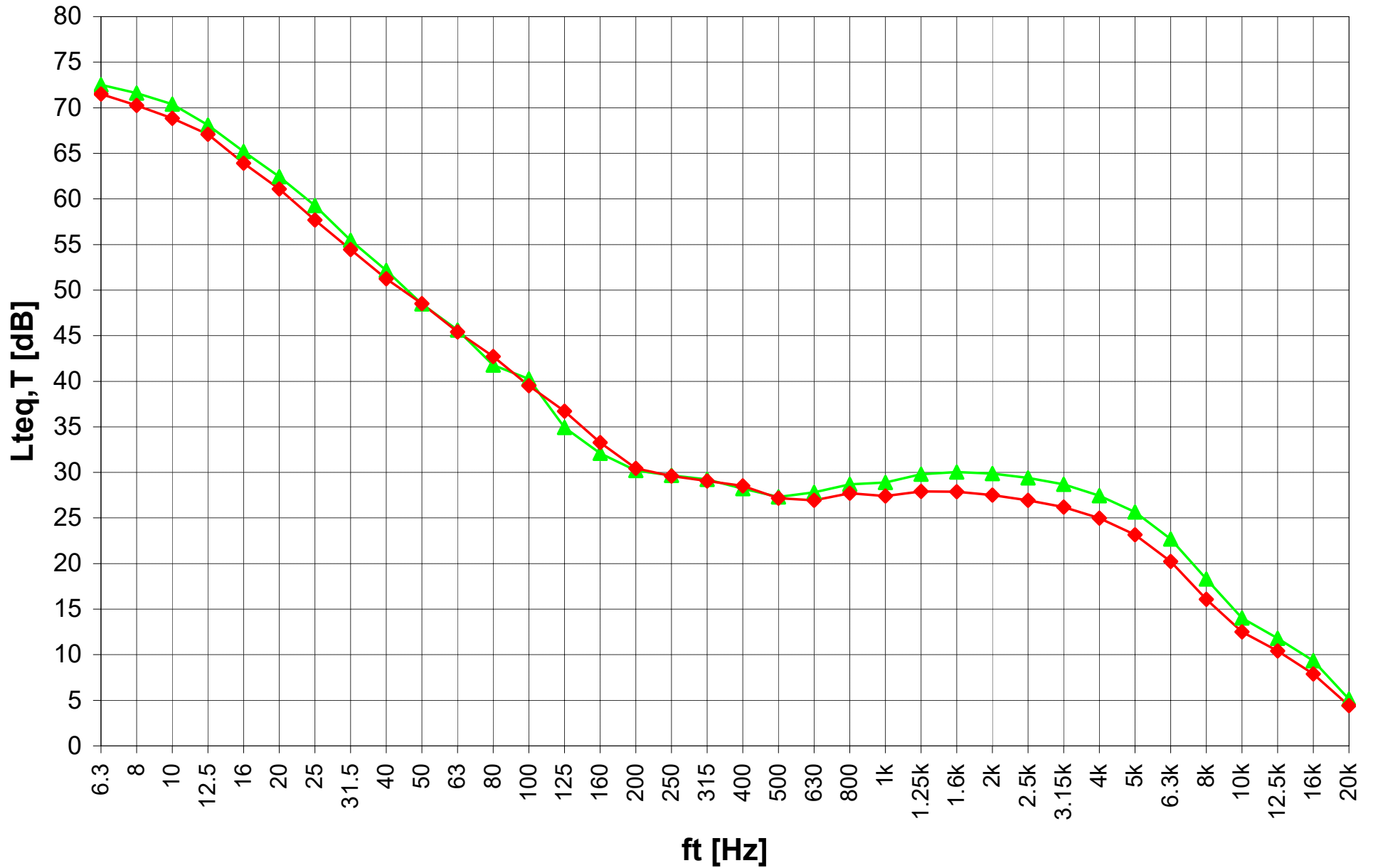
Tónový a netónový hluk



VTE Enercon E82 - 2.0 MW MM1



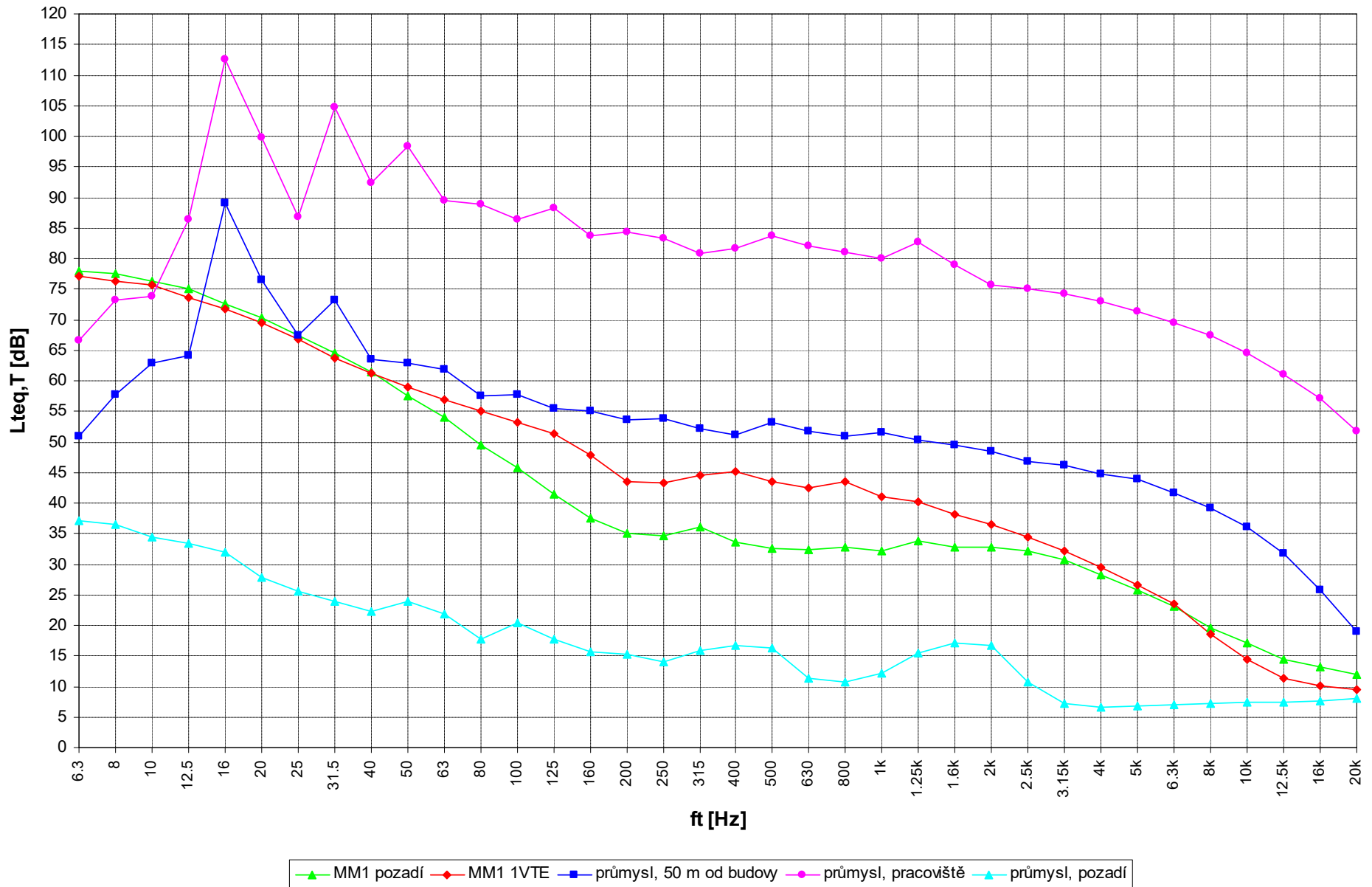
VTE Enercon E82 - 2.0 MW MM4



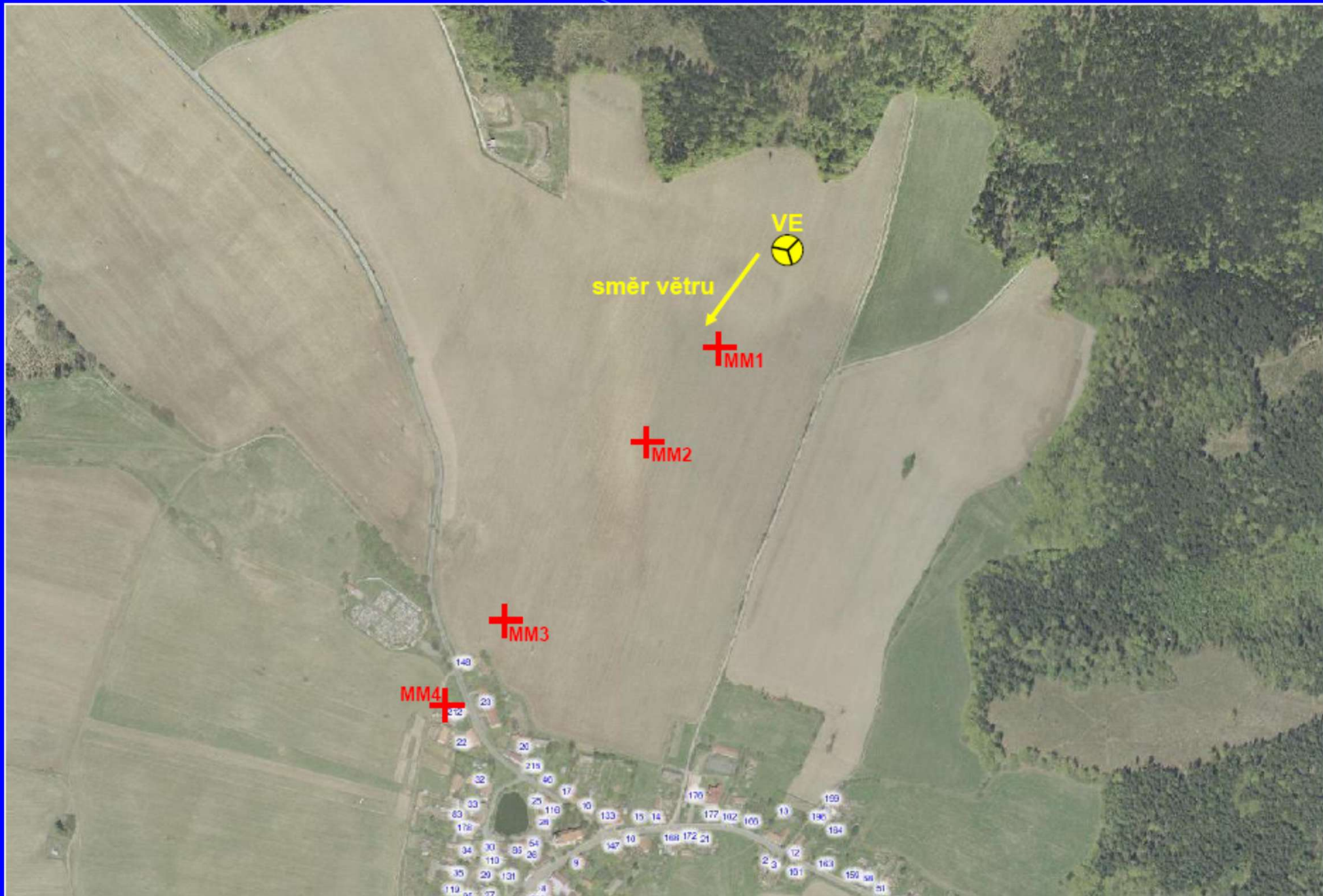
MM4 pozadí MM4 1VTE

Porovnání s průmyslem

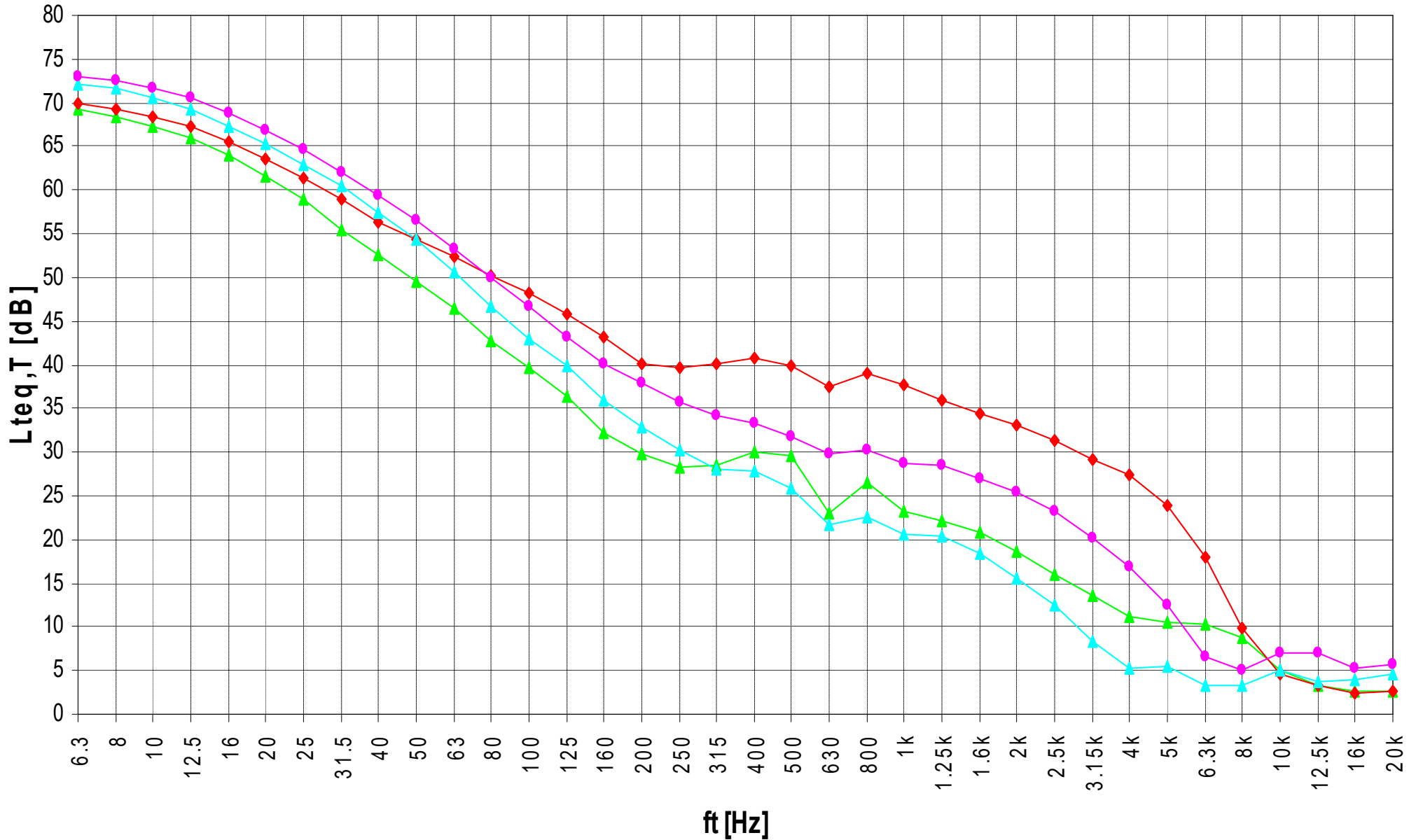
VTE Enercon E82 - 2.0 MW
MM1



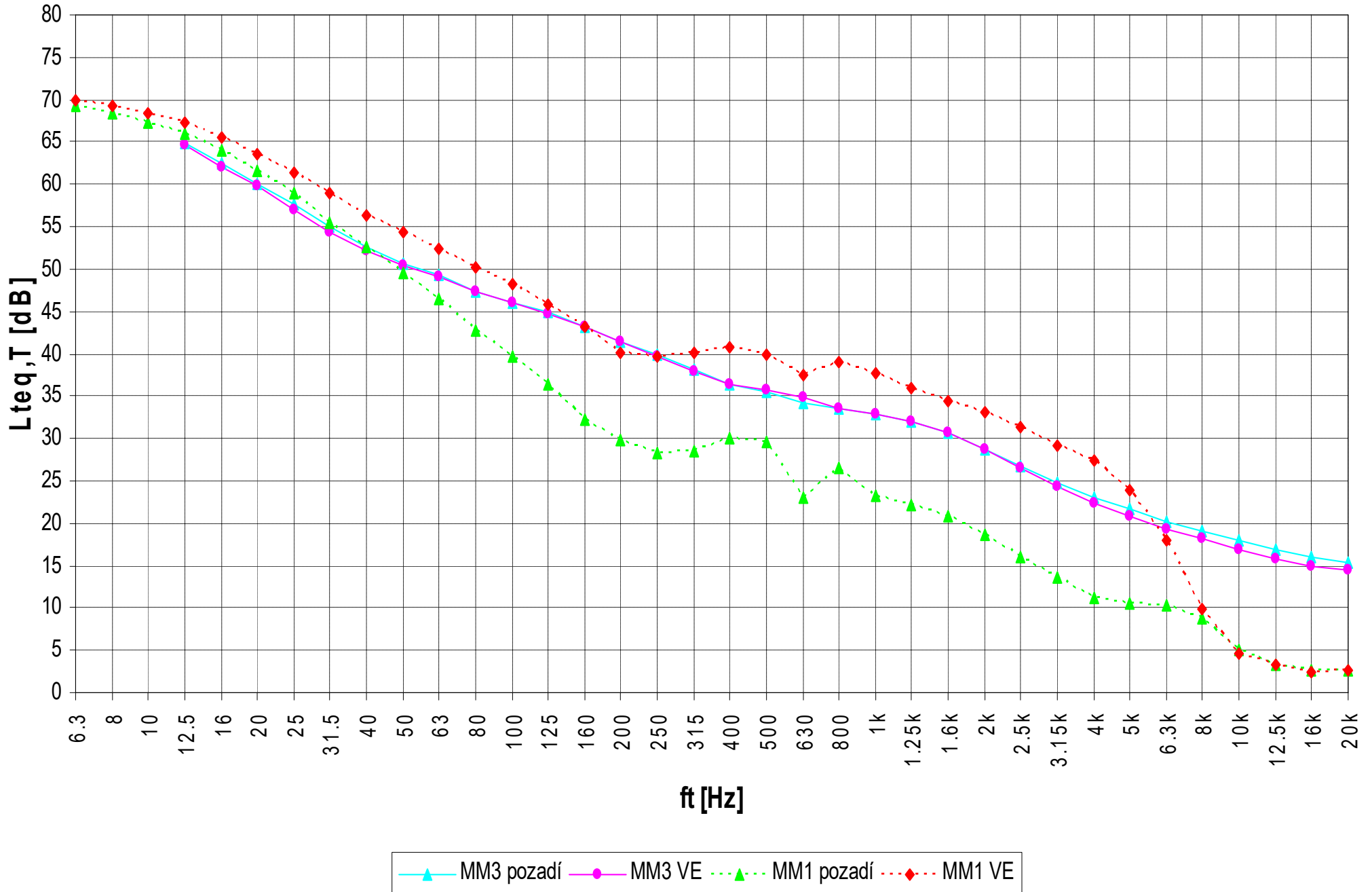
Měření hluku VTE



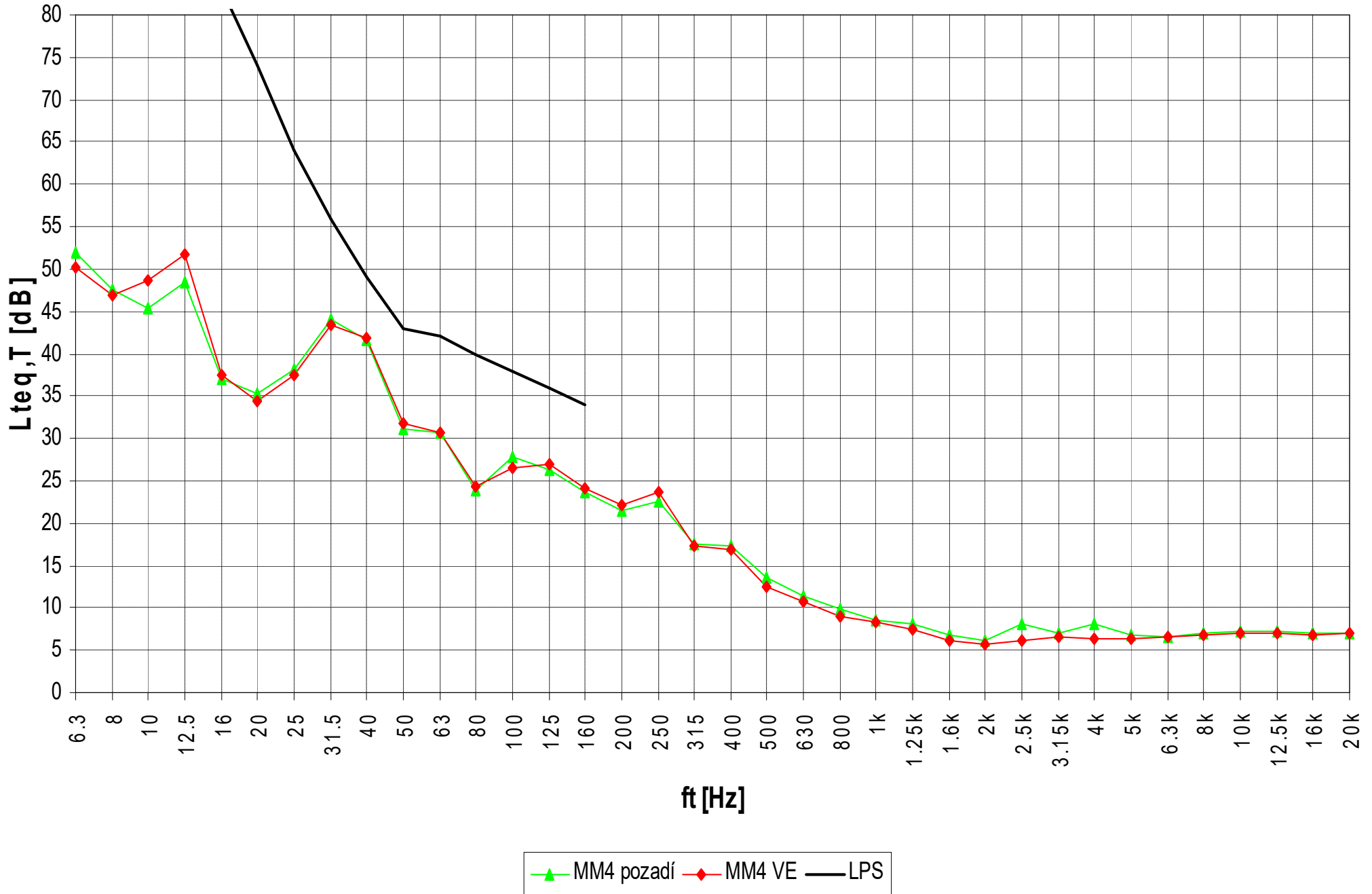
VE Vestas V90 - 2.0 MW MM1



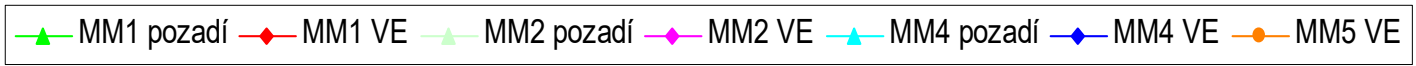
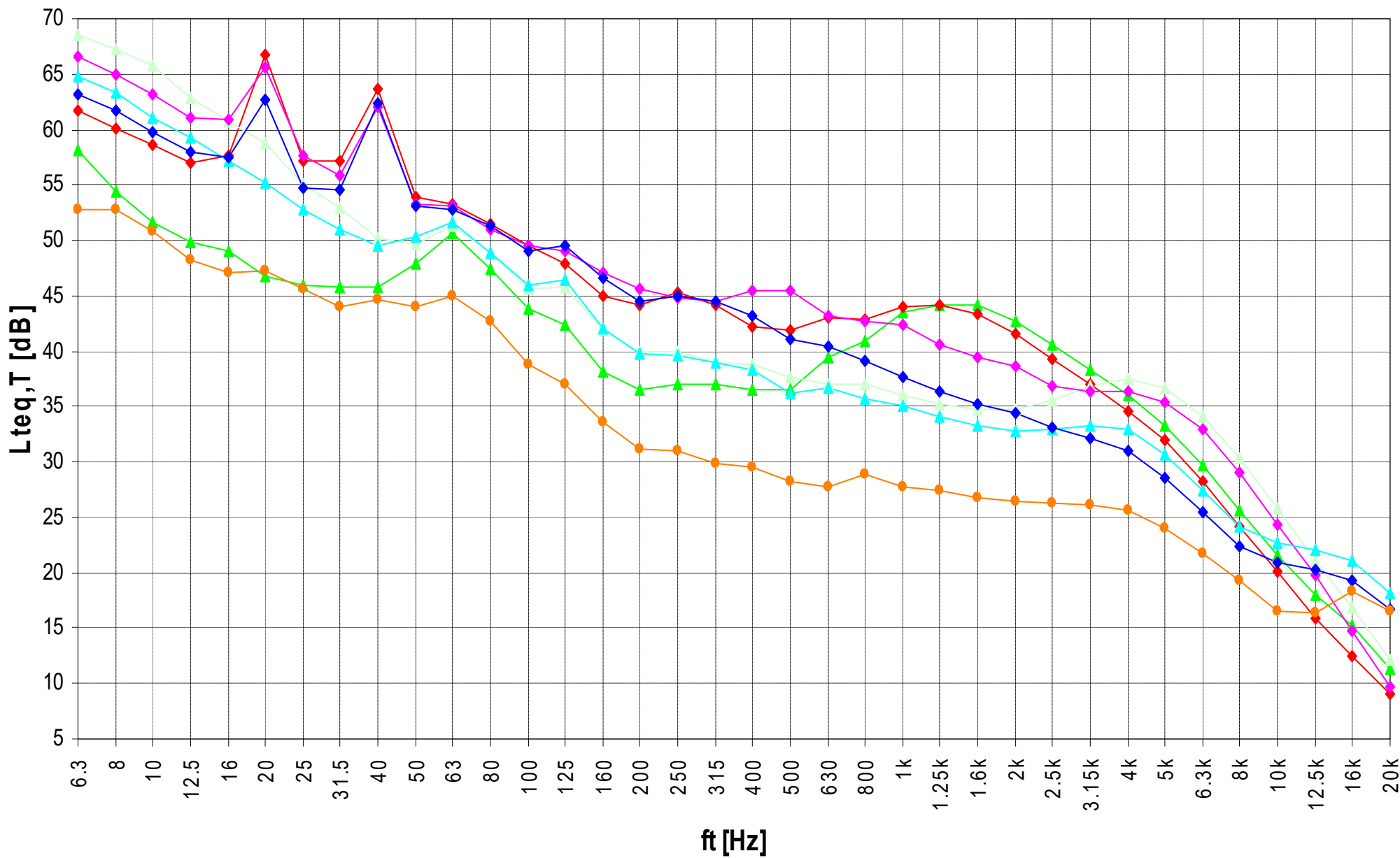
VE Vestas V90 - 2.0 MW MM3



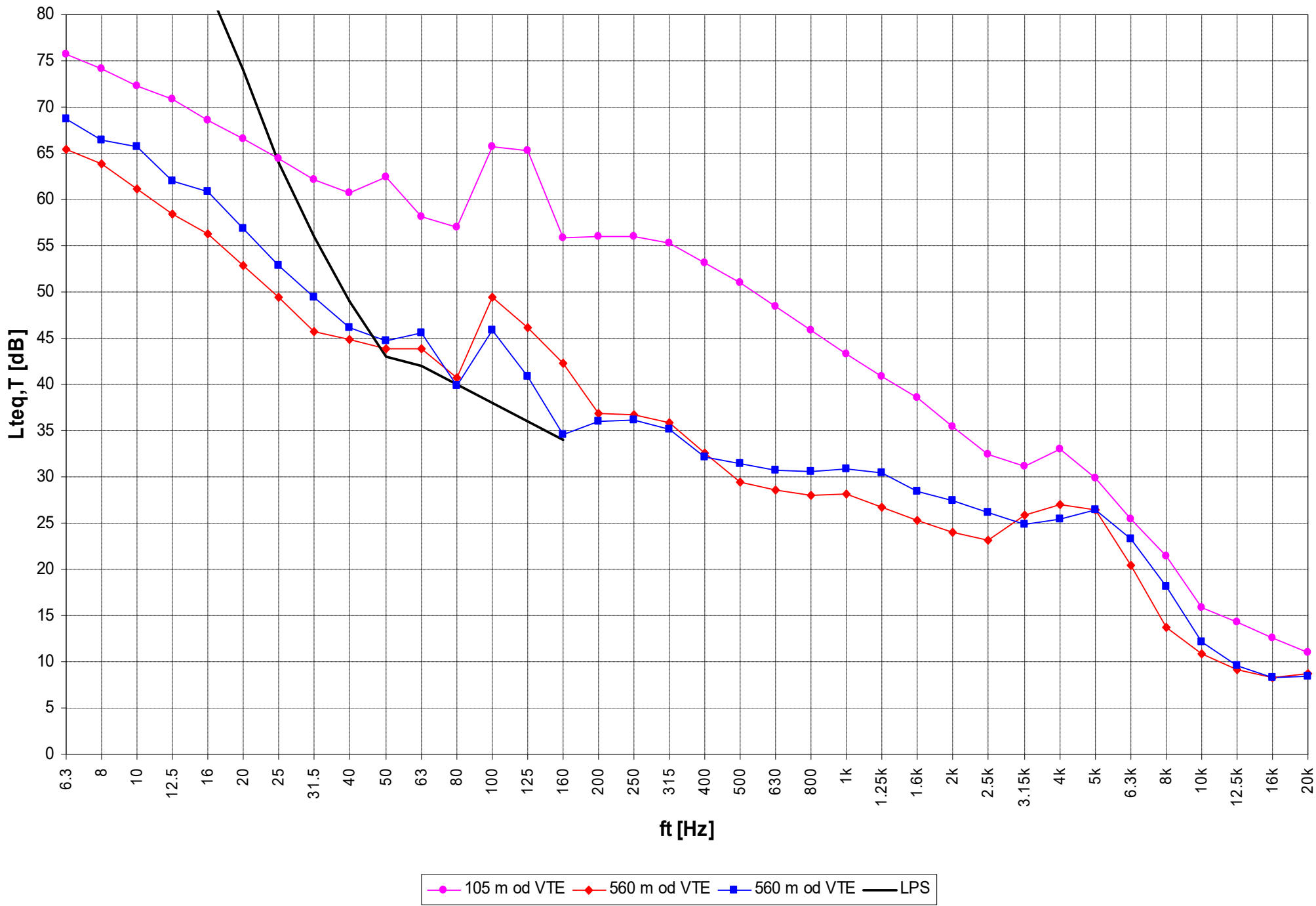
VE Vestas V90 - 2.0 MW MM4

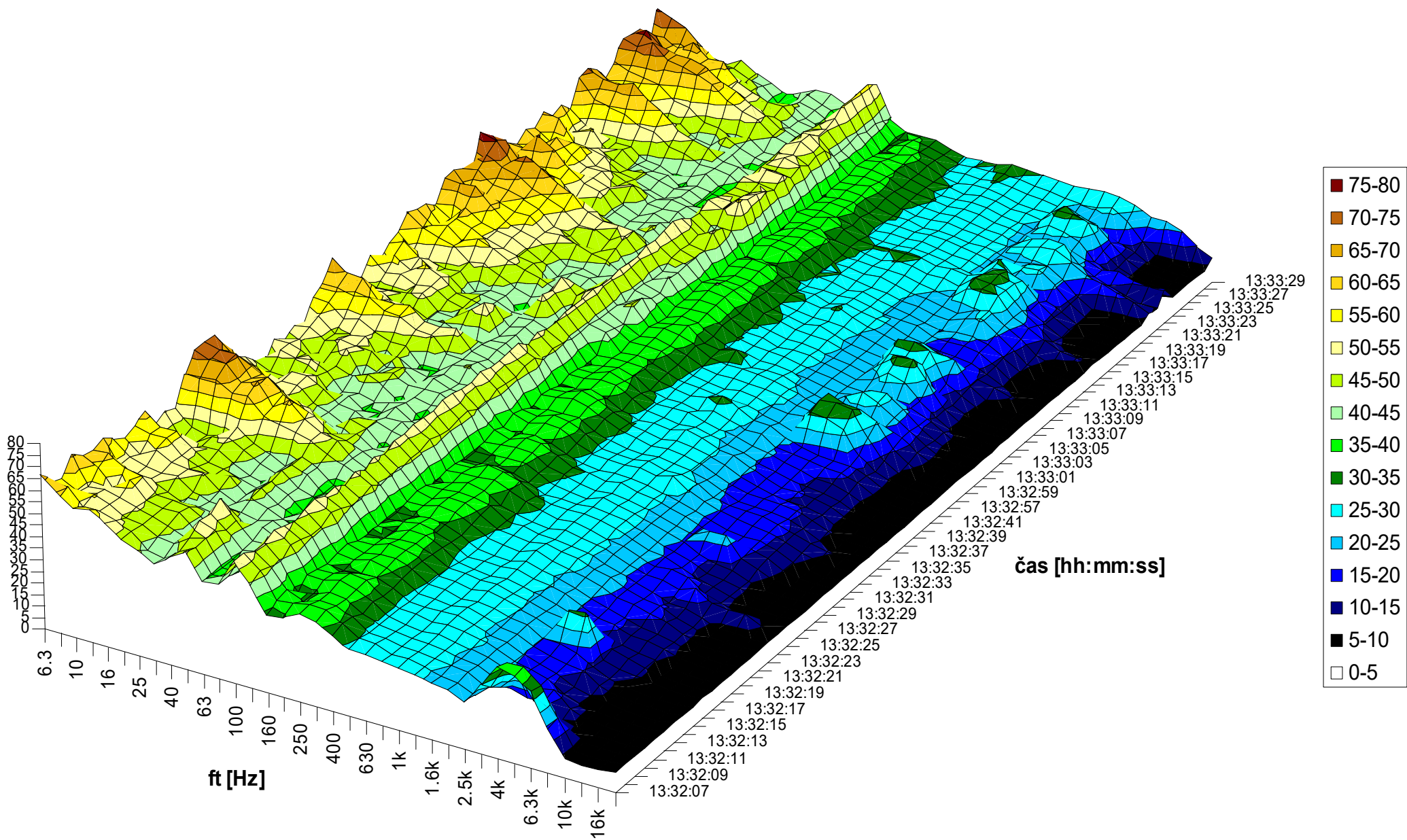


VE 600 kW



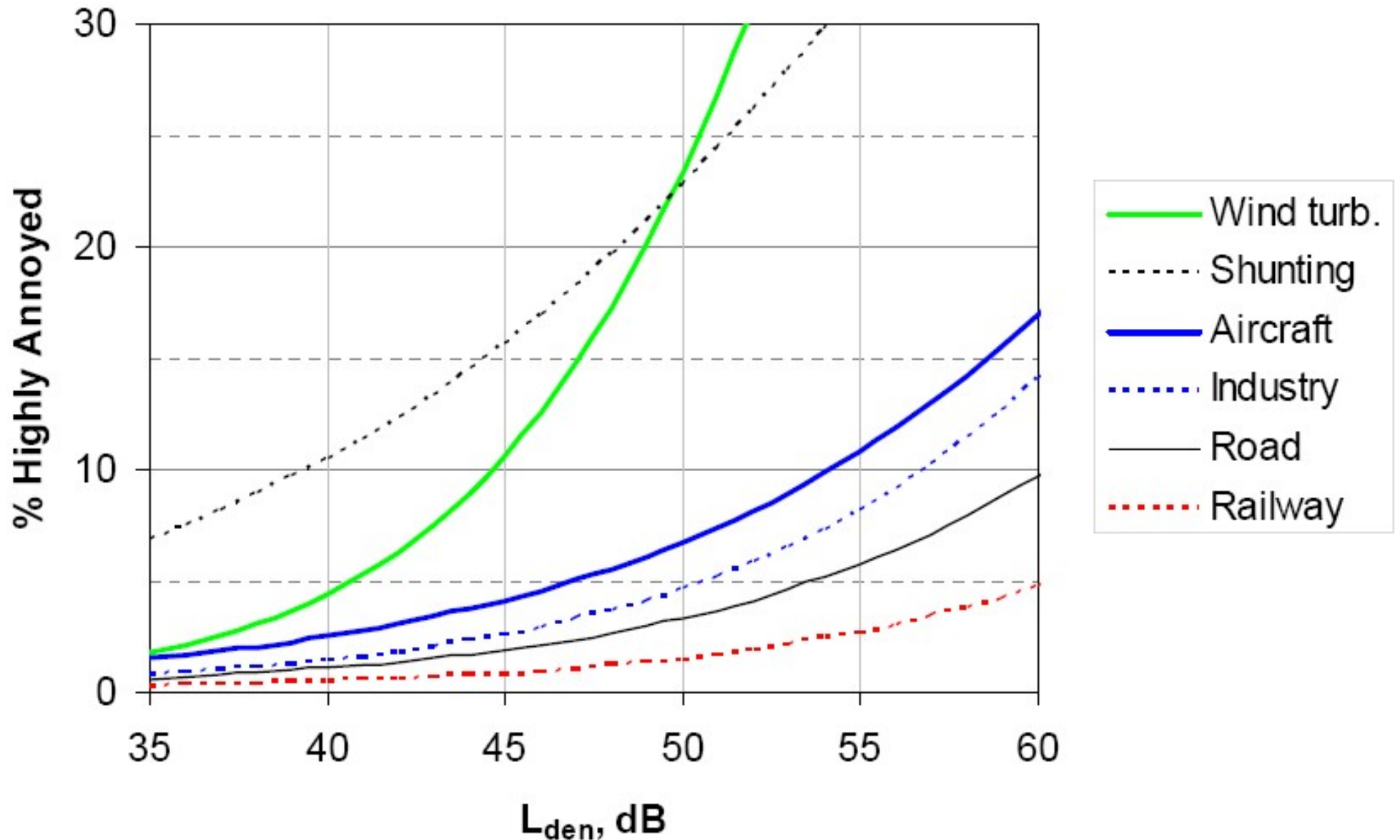
Problémová VTE





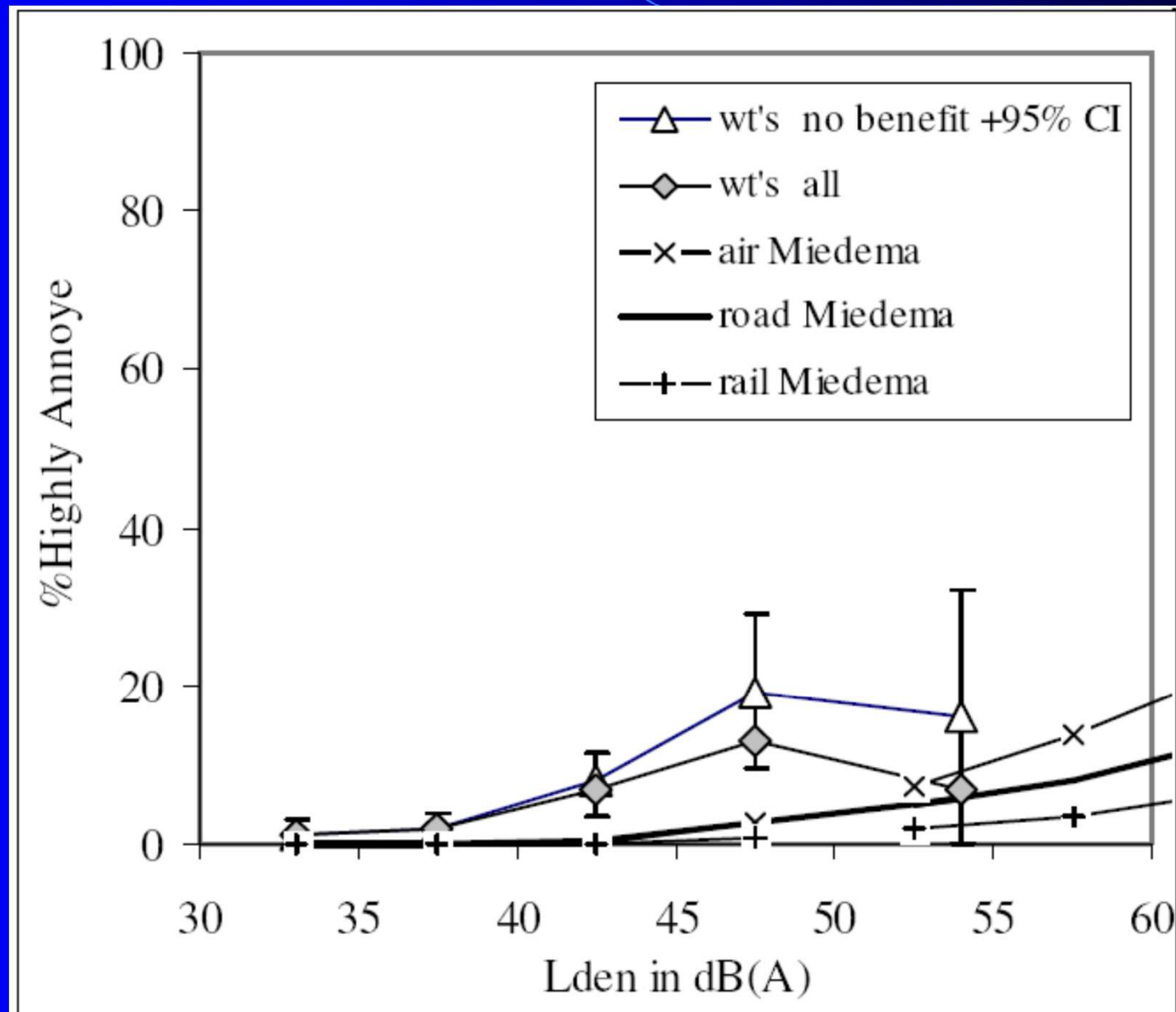
Eja Pedersen

- VTE rušivější než jiné zdroje hluku



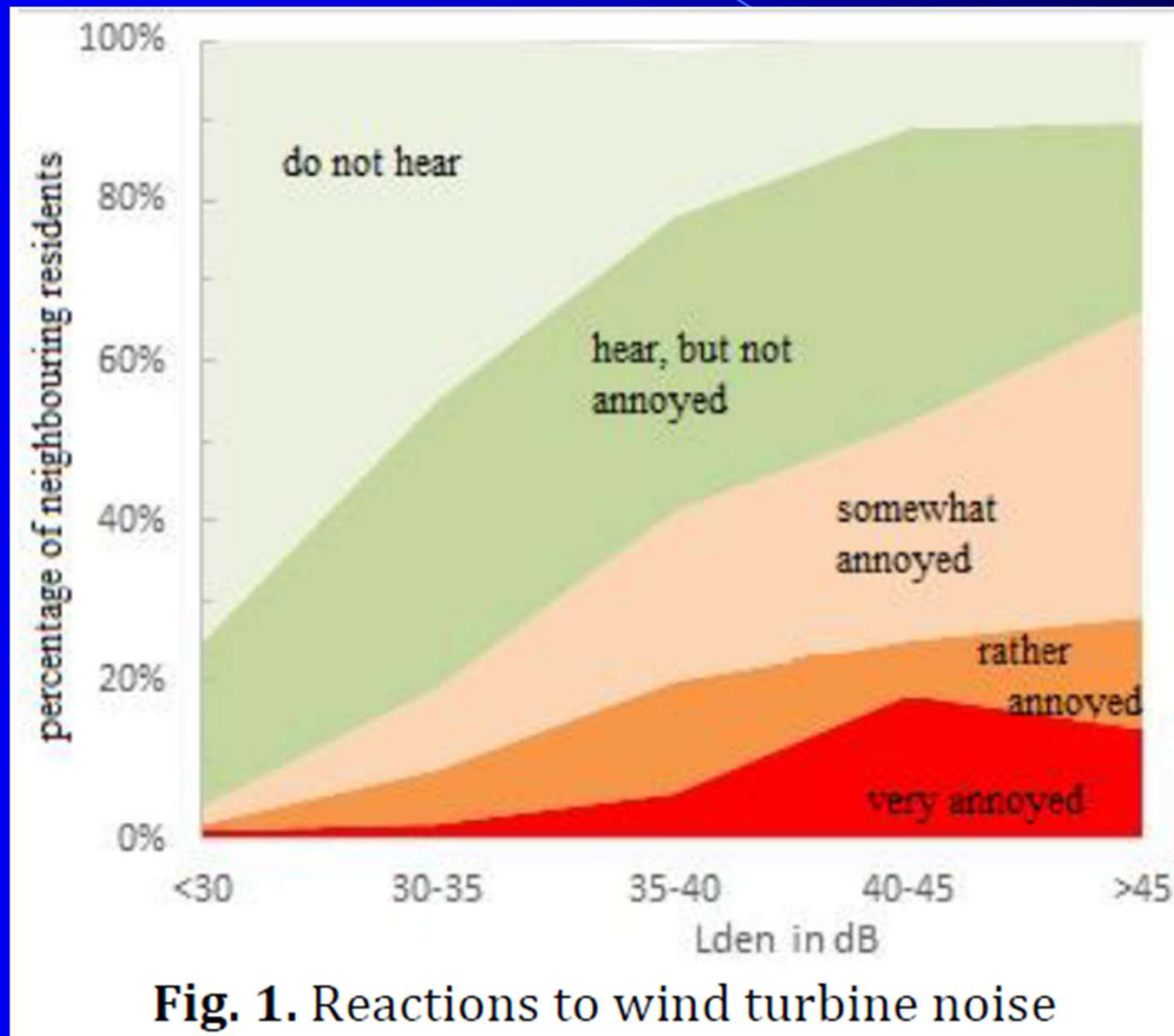
van den Berg, Pedersen

- saturace rušivého vlivu



van den Berg 2022

- saturace rušivého vlivu

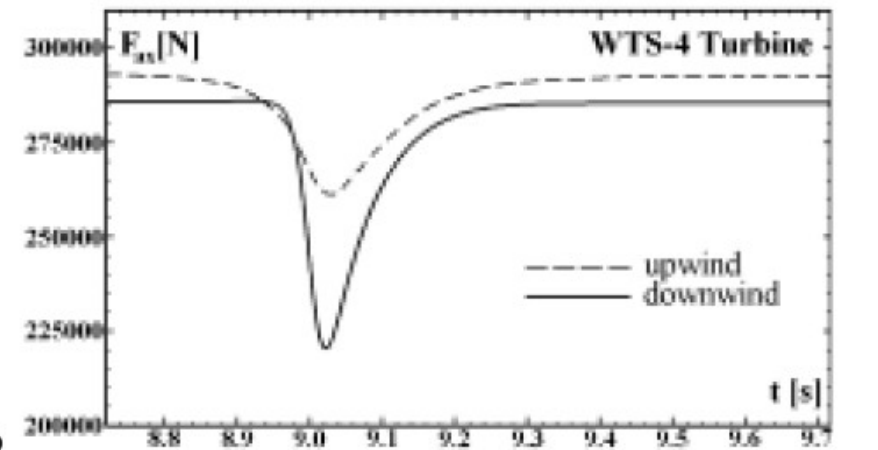
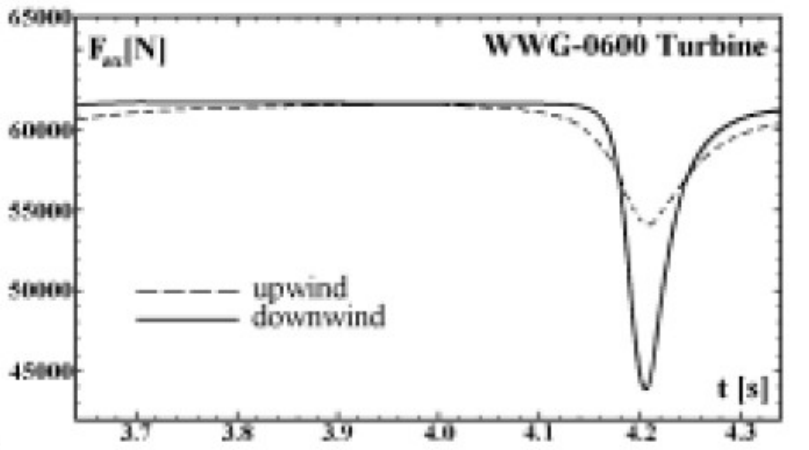
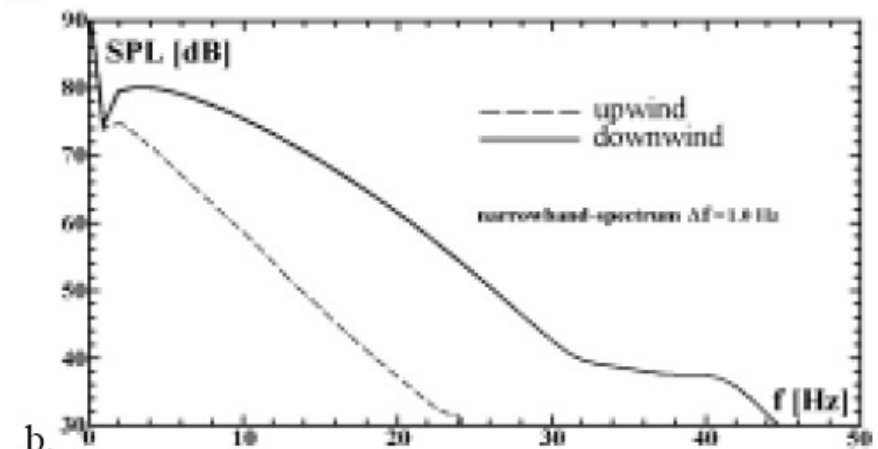
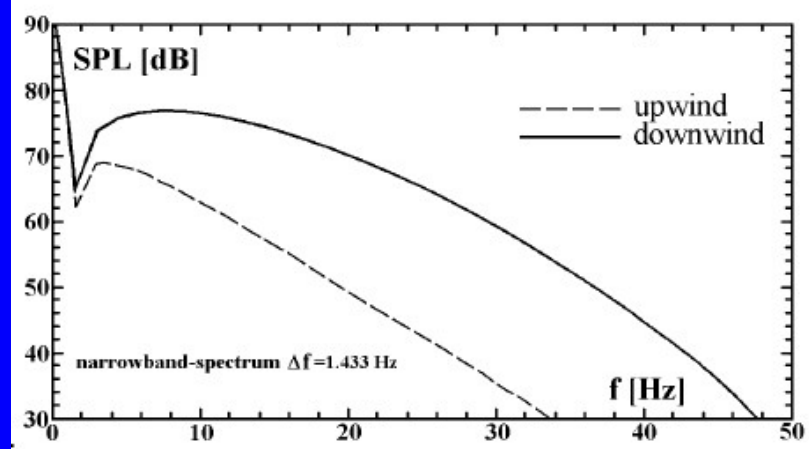
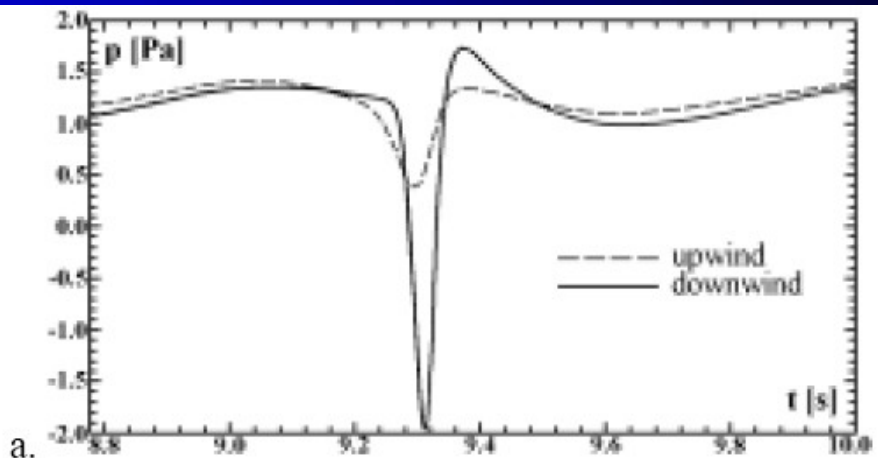
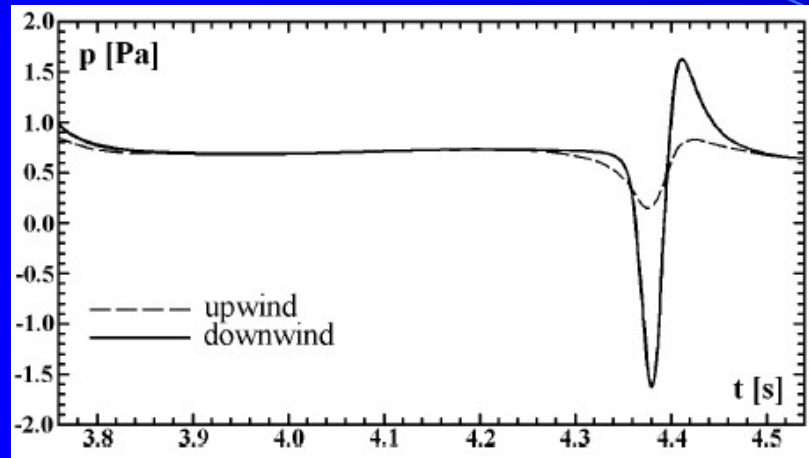


Korelace typu zvuku a obtěžování

Correlation with noise annoyance	Study I n = 223	Study III n = 296
Swishing	0.718 ^{**}	0.590 ^{**}
Whistling	0.642 ^{**}	0.381 ^{**}
Pulsating/throbbing	0.450 ^{**}	0.387 ^{**}
Resounding	0.485 ^{**}	0.321 ^{**}
Scratching/squeaking	0.398 ^{**}	0.290 ^{**}
Tonal	0.335 ^{**}	0.122
Low frequency	0.292 ^{**}	0.109
Lapping	0.262 ^{**}	0.162 [*]

^{**}p<0.01; ^{*}p<0.05.

Porovnání upwind a downwind VTE

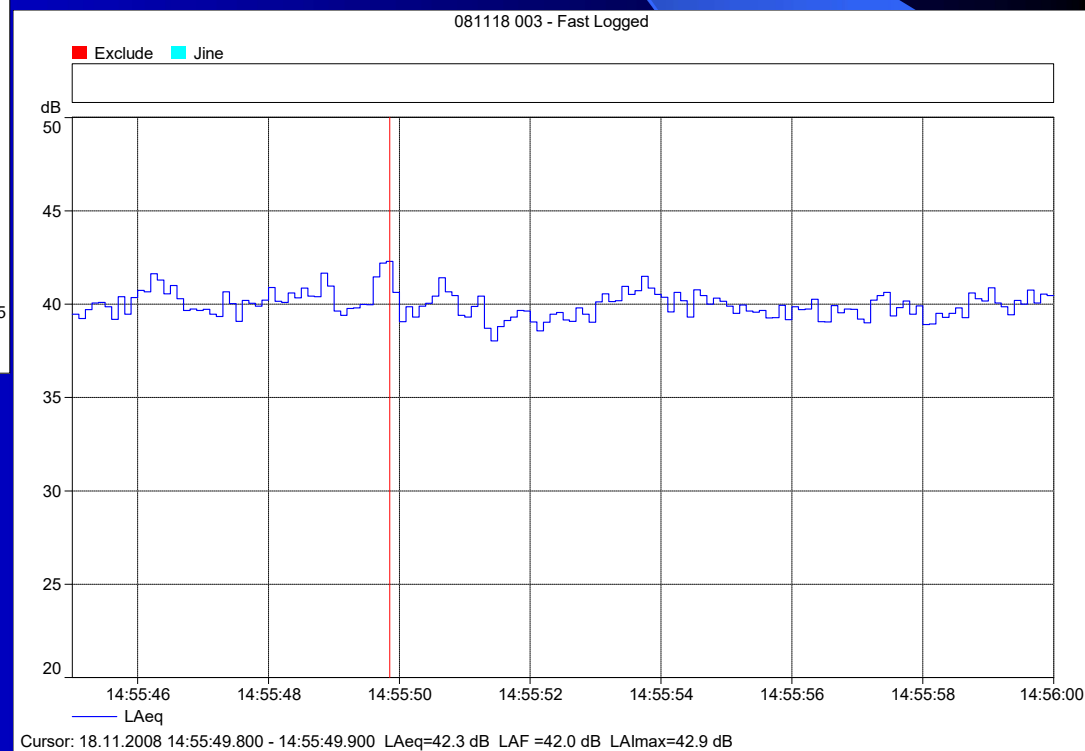
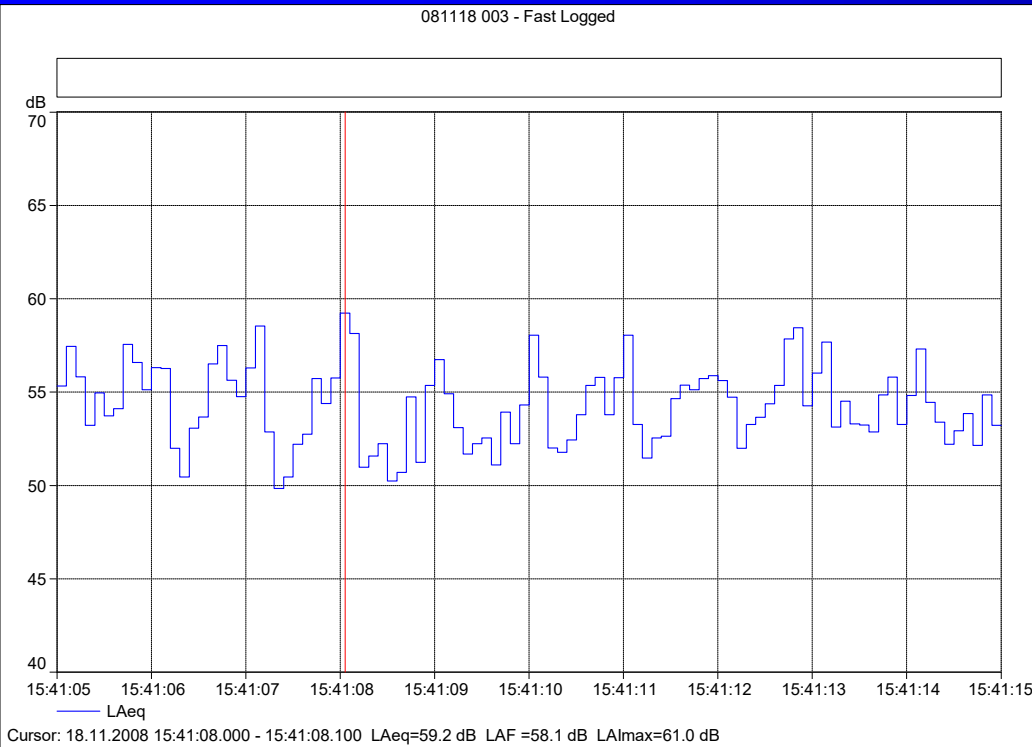


a.

b.

DELTA

- Problém může být amplitudová modulace

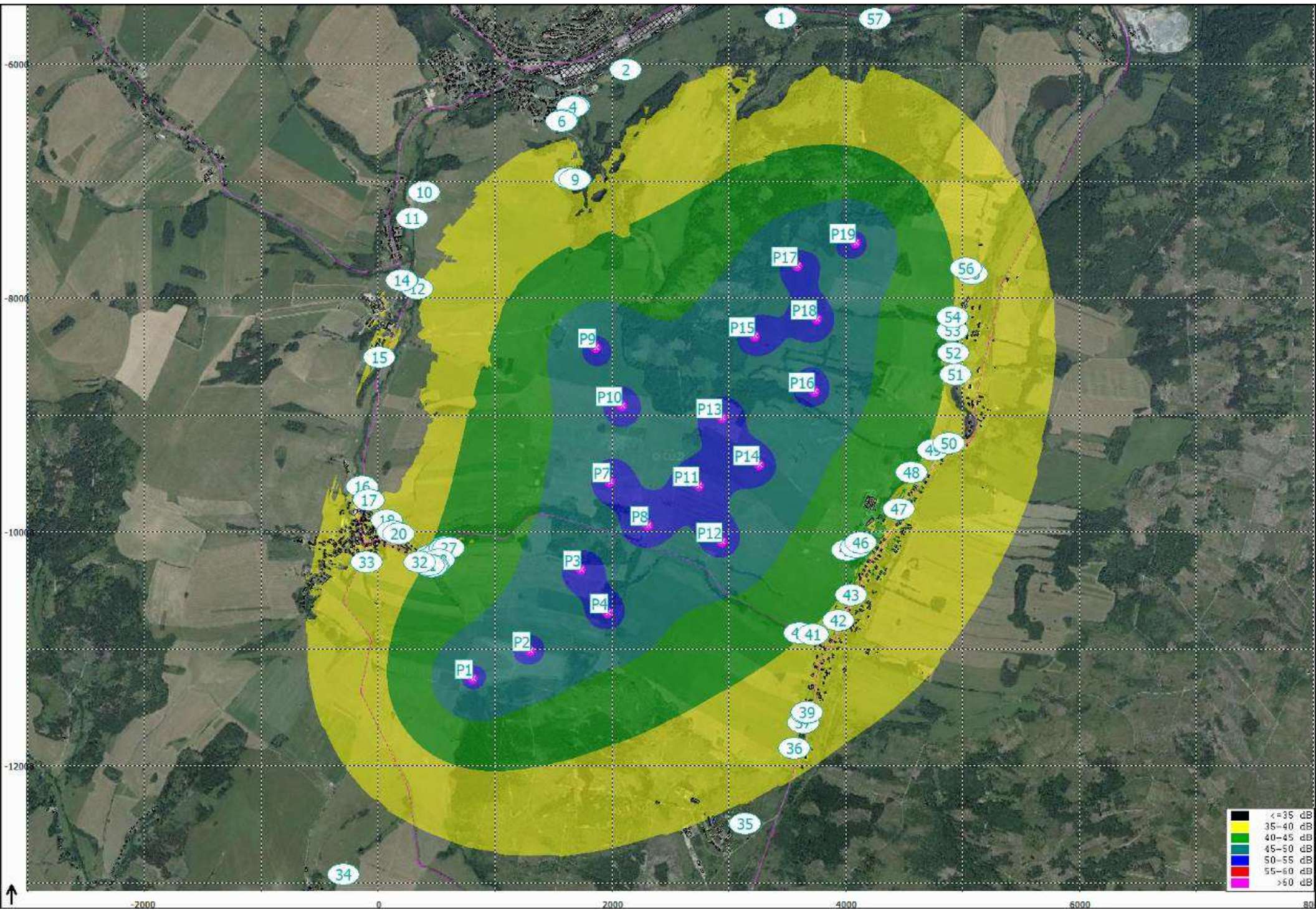


Výpočet hluku VTE

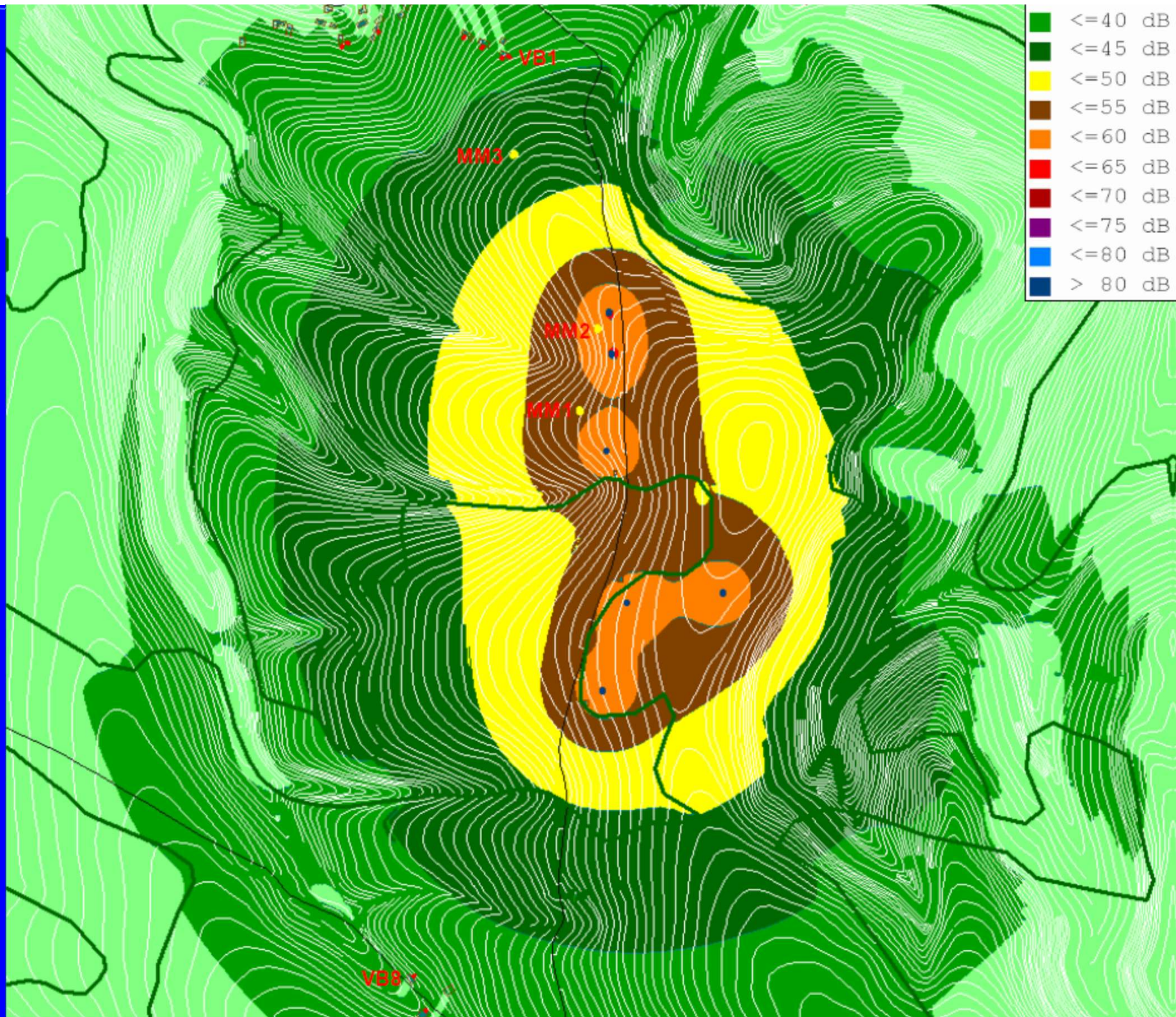
- speciální metodika neexistuje
- postupuje jako u prům. zdrojů (ČSN ISO 9613-2)
- v souladu s ČSN EN 61400-11 je třeba zjistit (max.) emisní hladinu LWA z měření nebo výrobcem garantovanou hladinu LWA
- je třeba zvážit pohltivost terénu
- je třeba zvážit reliéf terénu
- je třeba zvážit reálnost redukce výkonu

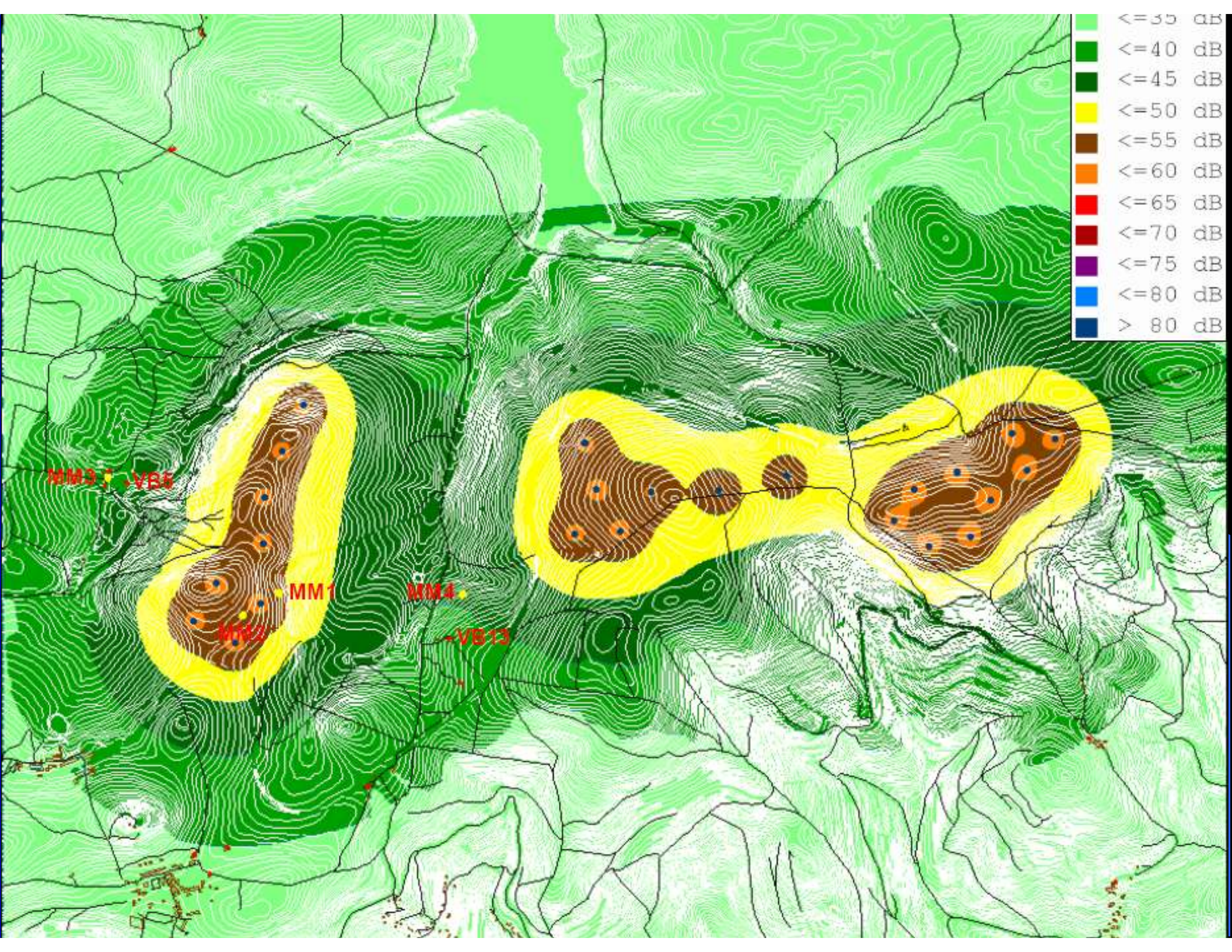
Problémy výpočtu hluku VTE

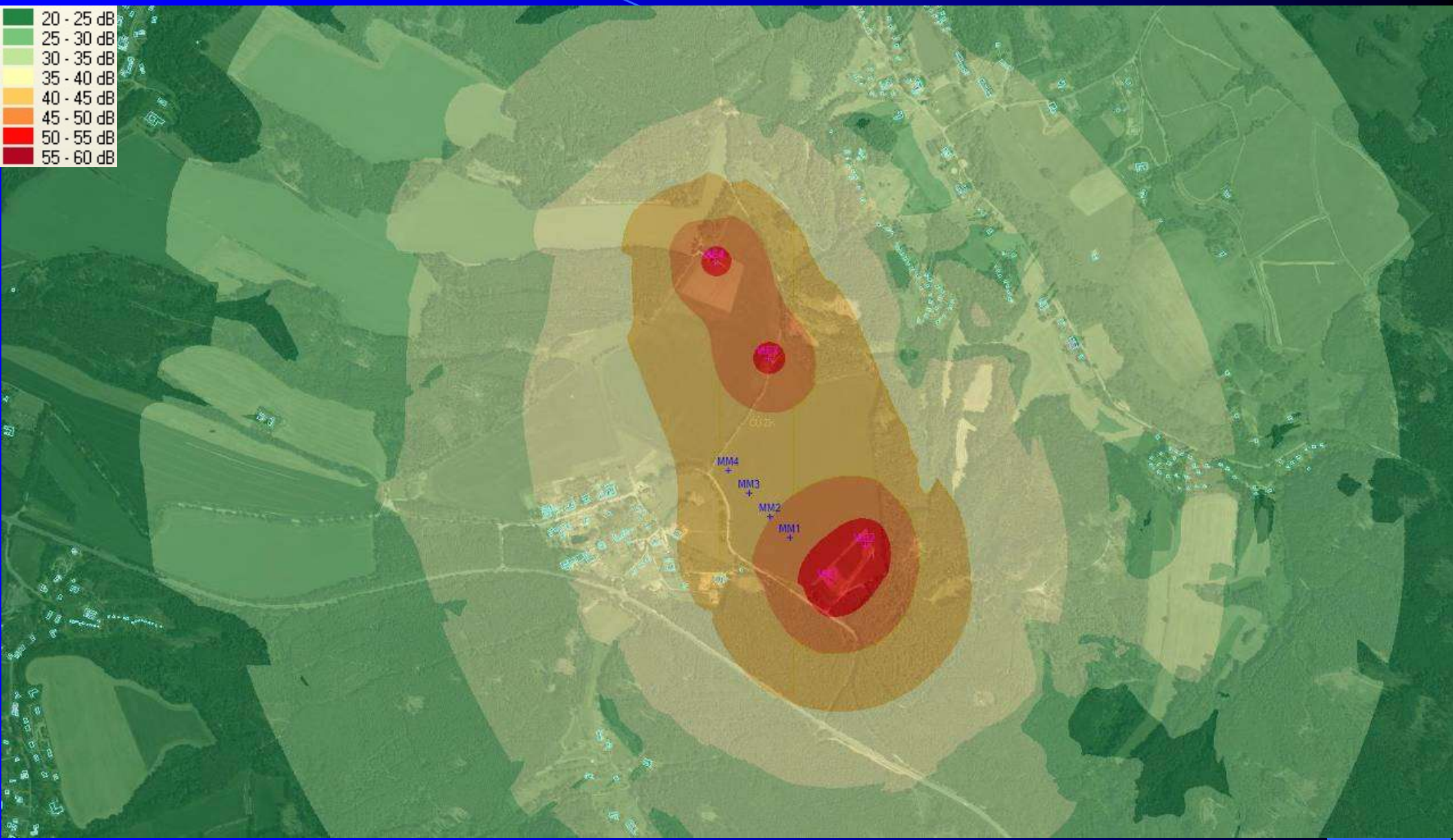
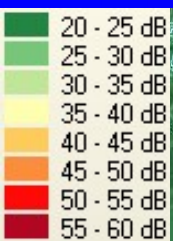
- neznámá nebo podhodnocená emisní L_{wA}
- pohltivý terén v zimním období (3-4 dB)
- převýšení terénu (vertikální profil větru) = nahore fouká, dole nefouká
- měřené x výpočtové hodnoty ve větších vzdálenostech, někdy výpočet „nefunguje“
- „swish“ – průchod listu rotoru kolem stožáru
- souběh více VTE v blízkých lokalitách
- nereálná redukce výkonu (všechny VTE farmy na absolutní minimum)
- hodnota tolerance (nejistoty) vůči limitu

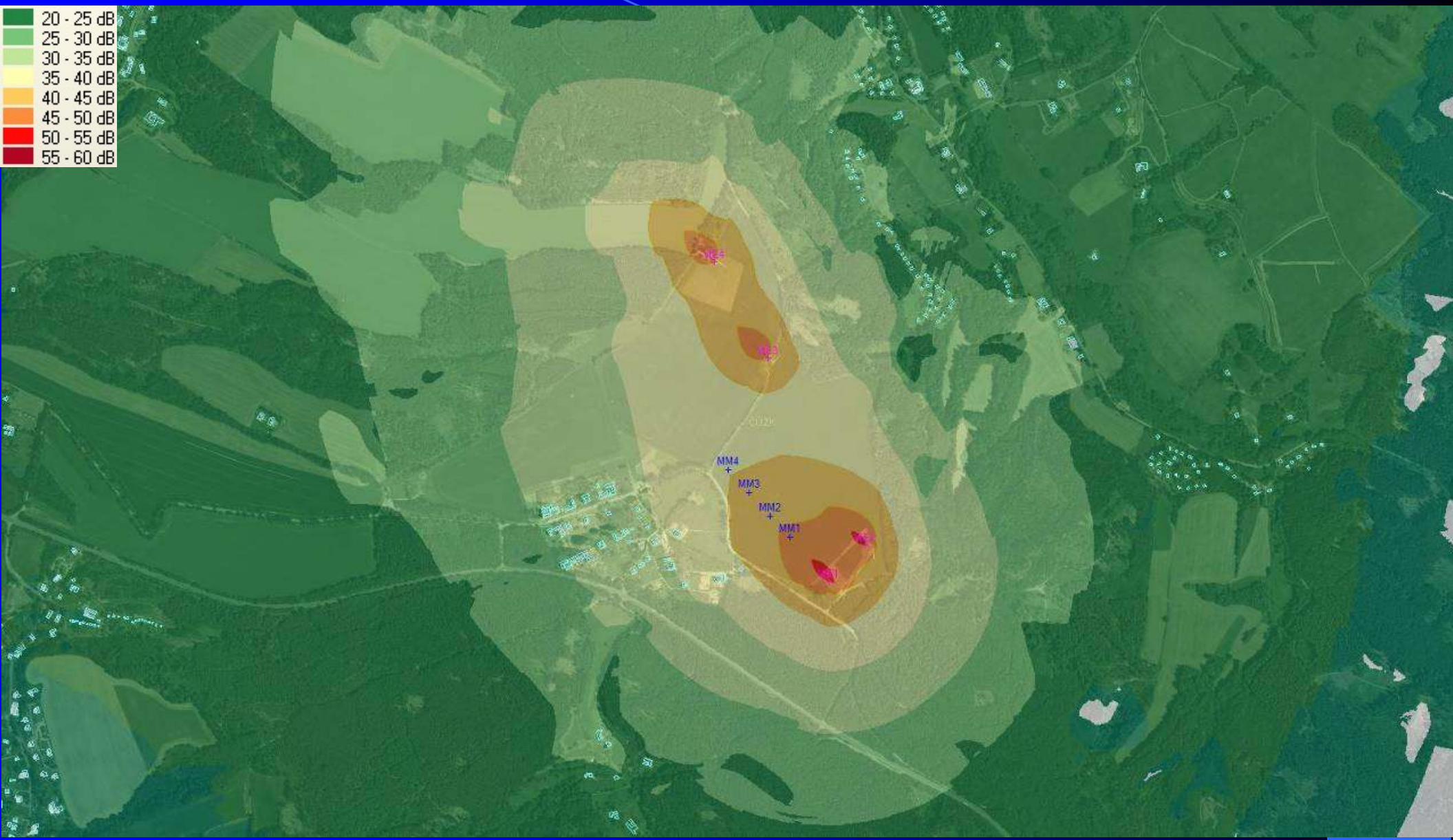
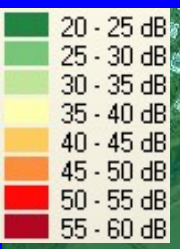


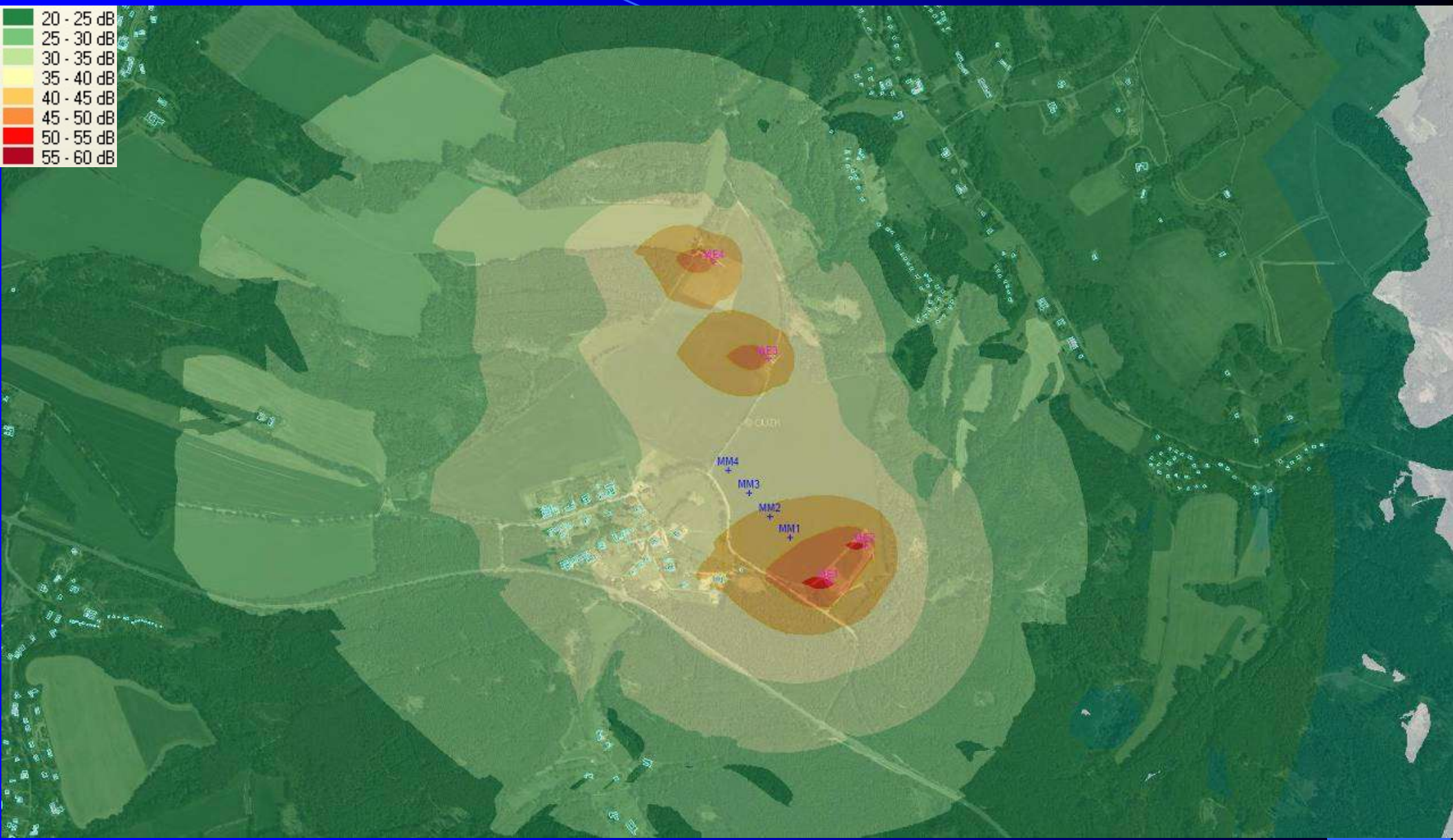
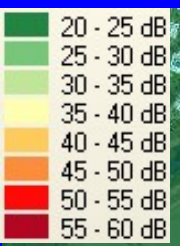
-2000 0 2000 4000 6000 8000

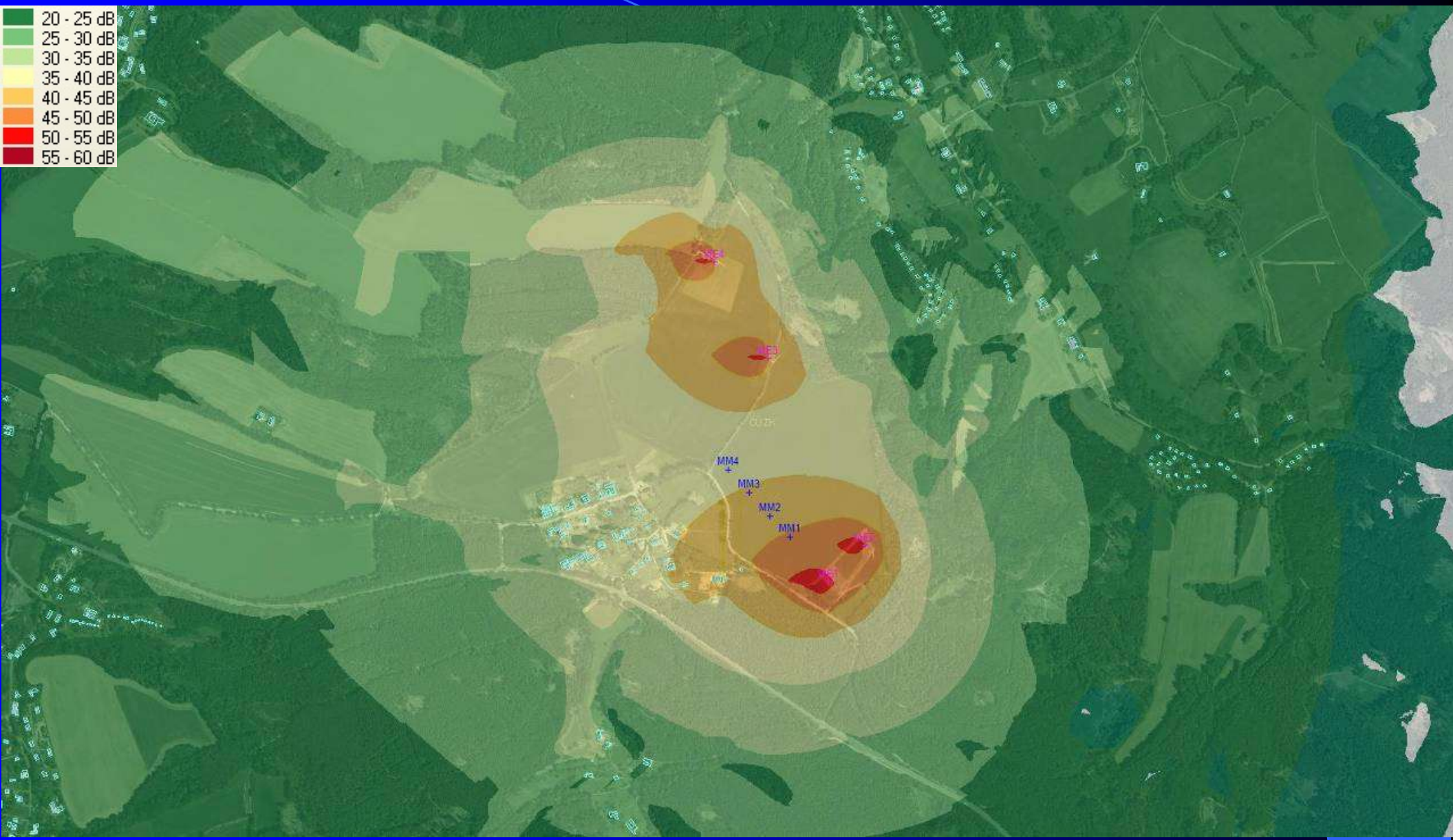
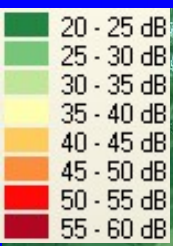








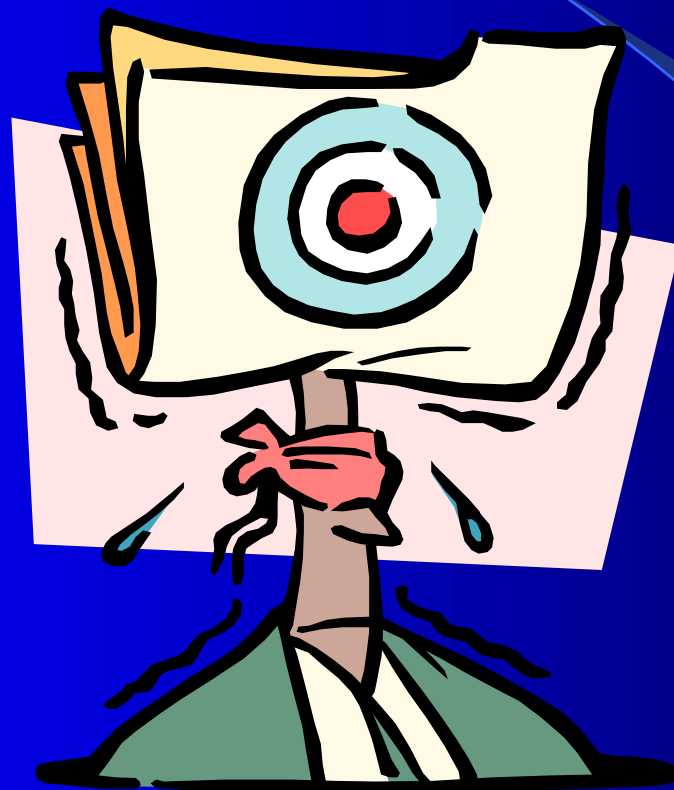




Závěry

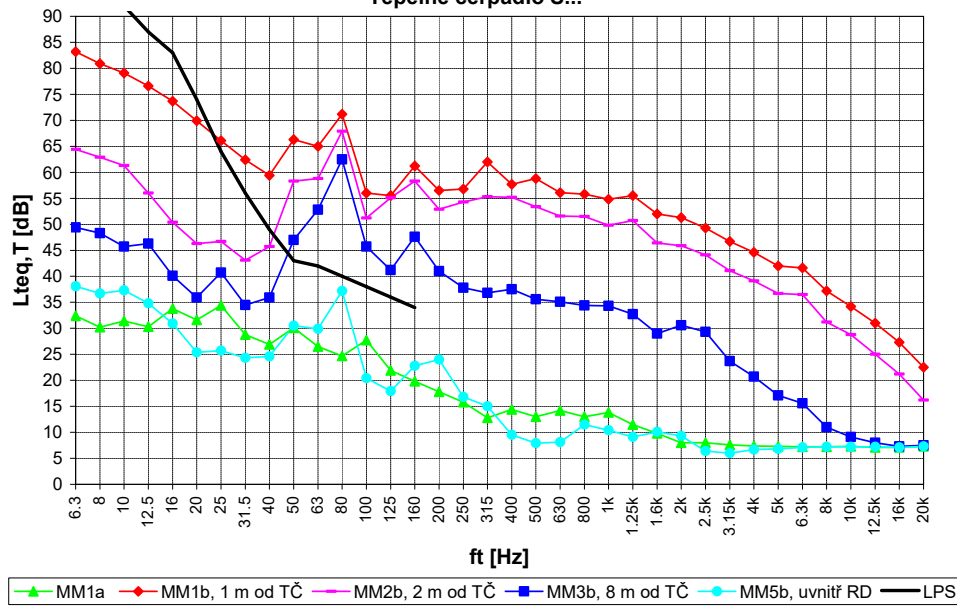
- systém limitů v ČR je přísnější než v EU (podle WHO)
- měření infrazvuku a nf hluku v chráněném venkovním a vnitřním prostoru budov neprokázala významný vliv infrazvuku ani nf hluku
- jak objasnit fungující lokality?
- pečlivé posuzování hlukové studie, zejména pohltivosti
- problémy:
 - kvantifikovatelné: tonalita, souběh VTE, redukce výkonu
 - obtížně kvantifikovatelné: „swish“ – tolerance 2 dB
 - „nekvantifikovatelné“, topograficky a meteorologicky podmíněné:
 - zástavba v údolí nebo za kopcem (u zástavby nefouká)
 - s výškou VTE problémy rostou (van den Berg)
 - s vyšším počtem VTE problém souběhu pulzů AM

Děkuji za pozornost



Tepelná čerpadla

Tepelné čerpadlo S...



Tepelné čerpadlo K...

