

Hluk VE

Ing. Aleš Jirásk

ZÚ se sídlem v Pardubicích, Ústí nad Orlicí

NRL pro měření a posuzování hluku v
komunálním prostředí

ales.jiraska@zu.cz

Limity hluku A v noční době

WHO (Guideline value 1995, 1999)

- $LA_{eq,T} = 45$ dB v chráněném venkovním prostoru staveb (outside bedrooms)
- $LA_{eq,T} = 30$ dB v chráněném vnitřním prostoru staveb (indoors)

EU

- DK 1991, D 1998, PL 2007: $LA_{eq,T} = 45$ 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: $LA_{eq,T} = 44, 39$ dB při 8 m/s v 10 m, resp. -2 dB při 6 m/s v 10 m
- 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 $LA_{eq,T} = 50$ dB, Michigan 55 dB, California 60 dB pro malé VTE

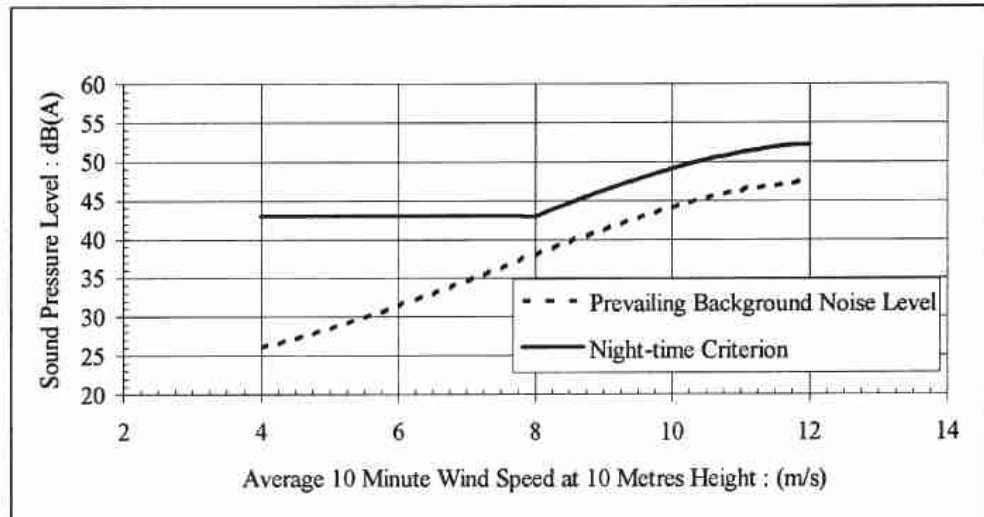
ČR

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

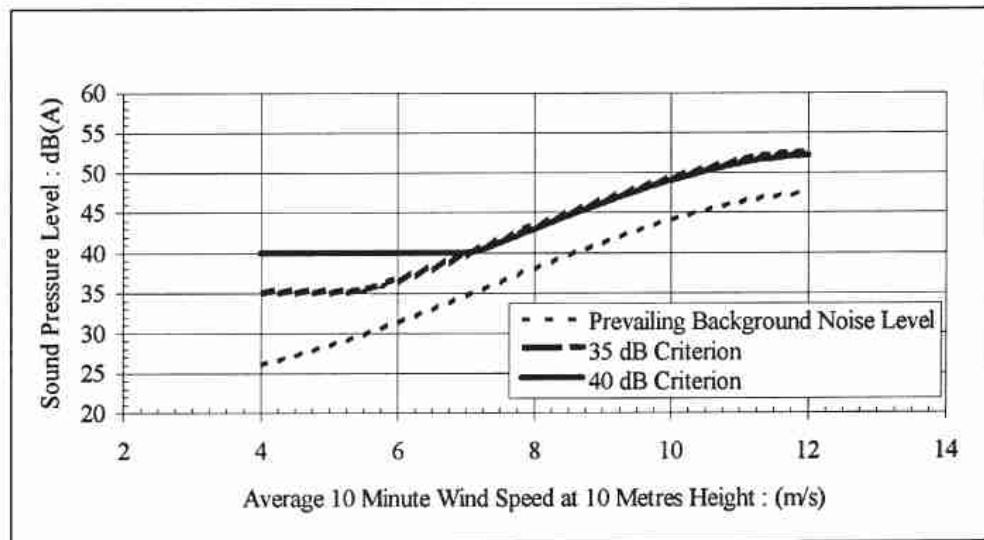
Limit hluku A

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

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



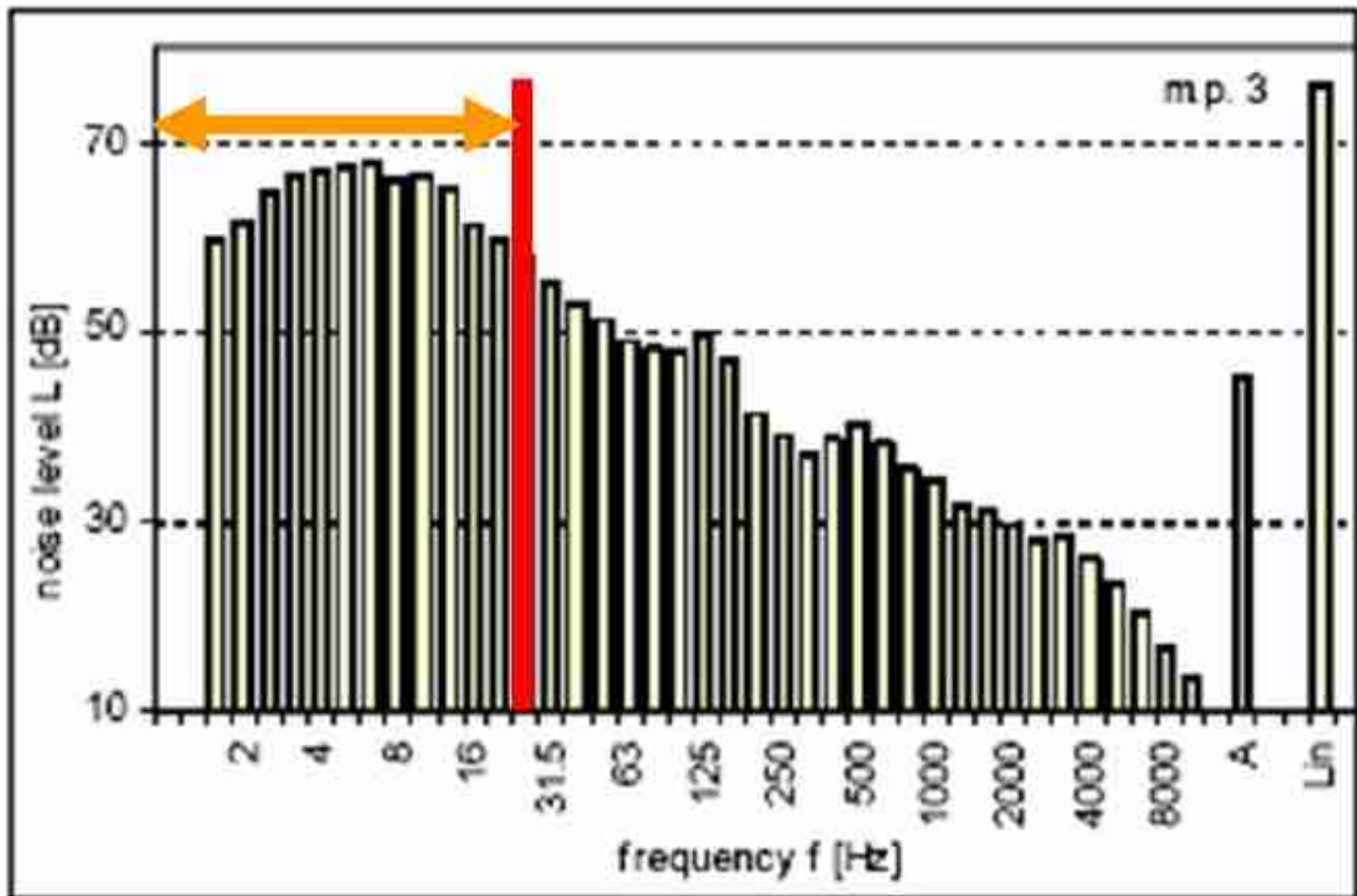
Example of night-time noise criterion



Example of day-time noise criterion

Infrazvuk / nf zvuk

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



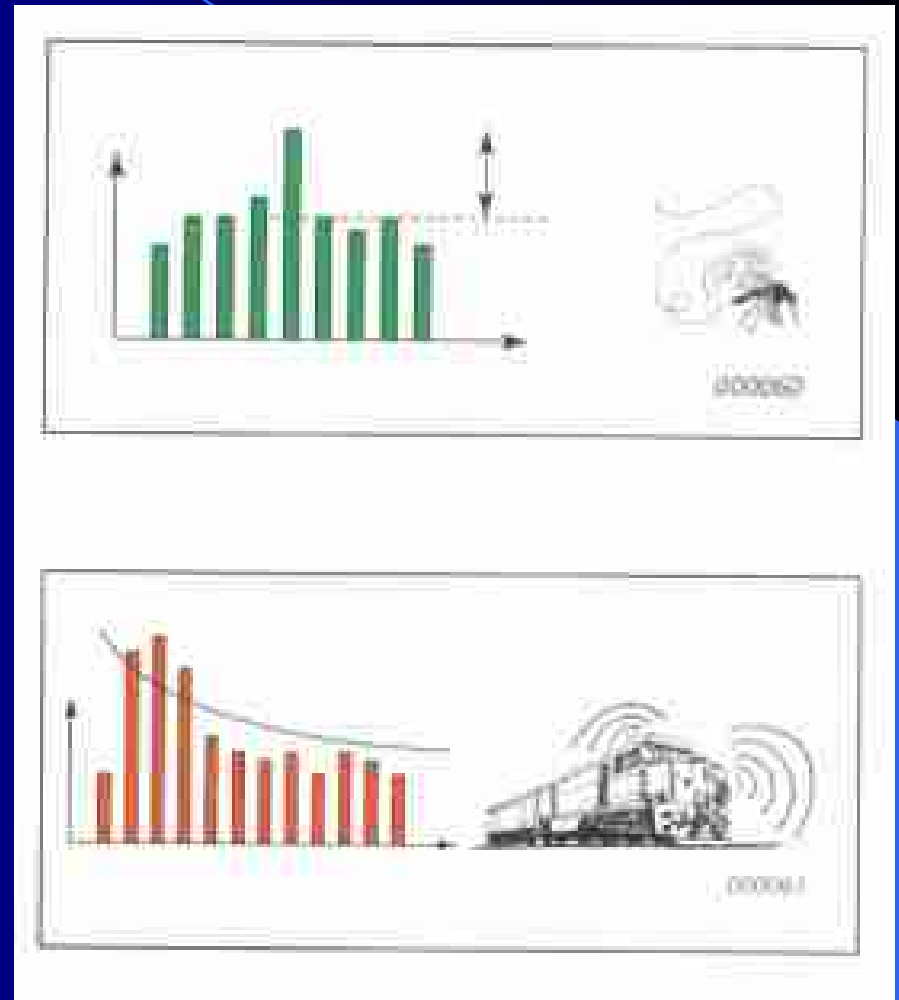
„Limity“ infrazvuku / nf zvuku

není **limit**

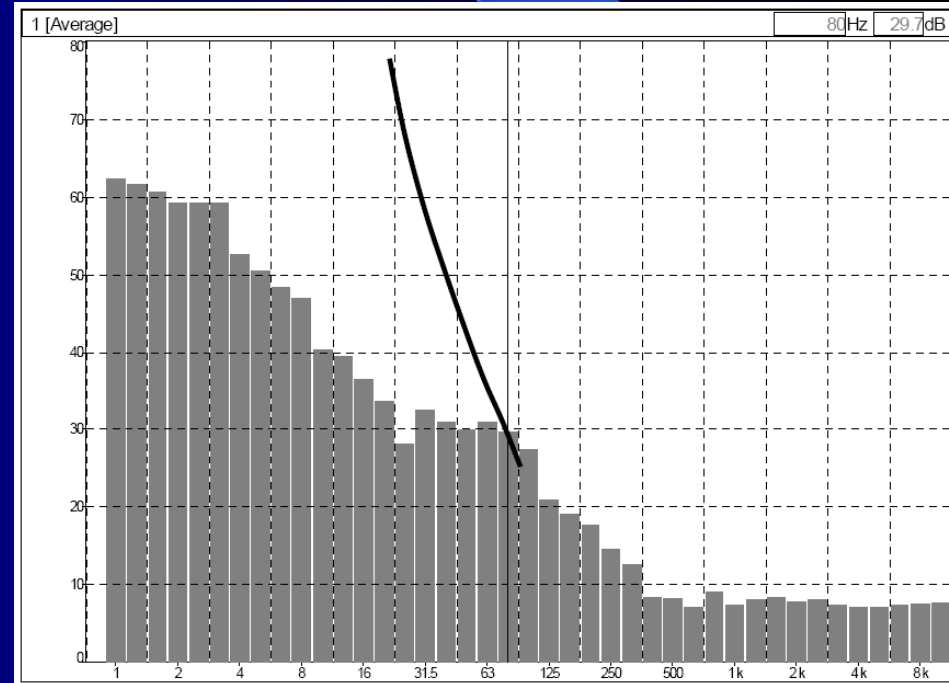
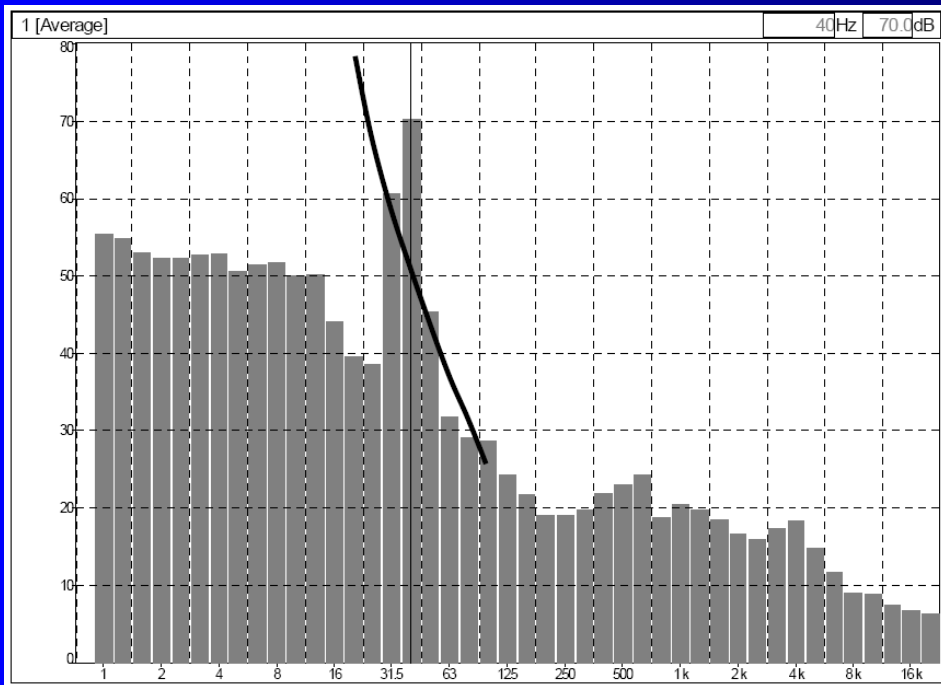
- doporučená hodnota v ČSN ISO 7196 LG=90 dB, v Dánsku LG=85 dB
- hladiny prahu slyšení pro jednotlivá frekvenční pásma v ČSN ISO 226
- směrné křivky (criterion curves) - hladiny akustického tlaku ve třetinooktávových frekvenčních pásmech již od 8 Hz
- hladiny prahu slyšení LPS v příloze č. 1 k nařízení vlády č. 148/2006 Sb.

Hluk s tónovými složkami

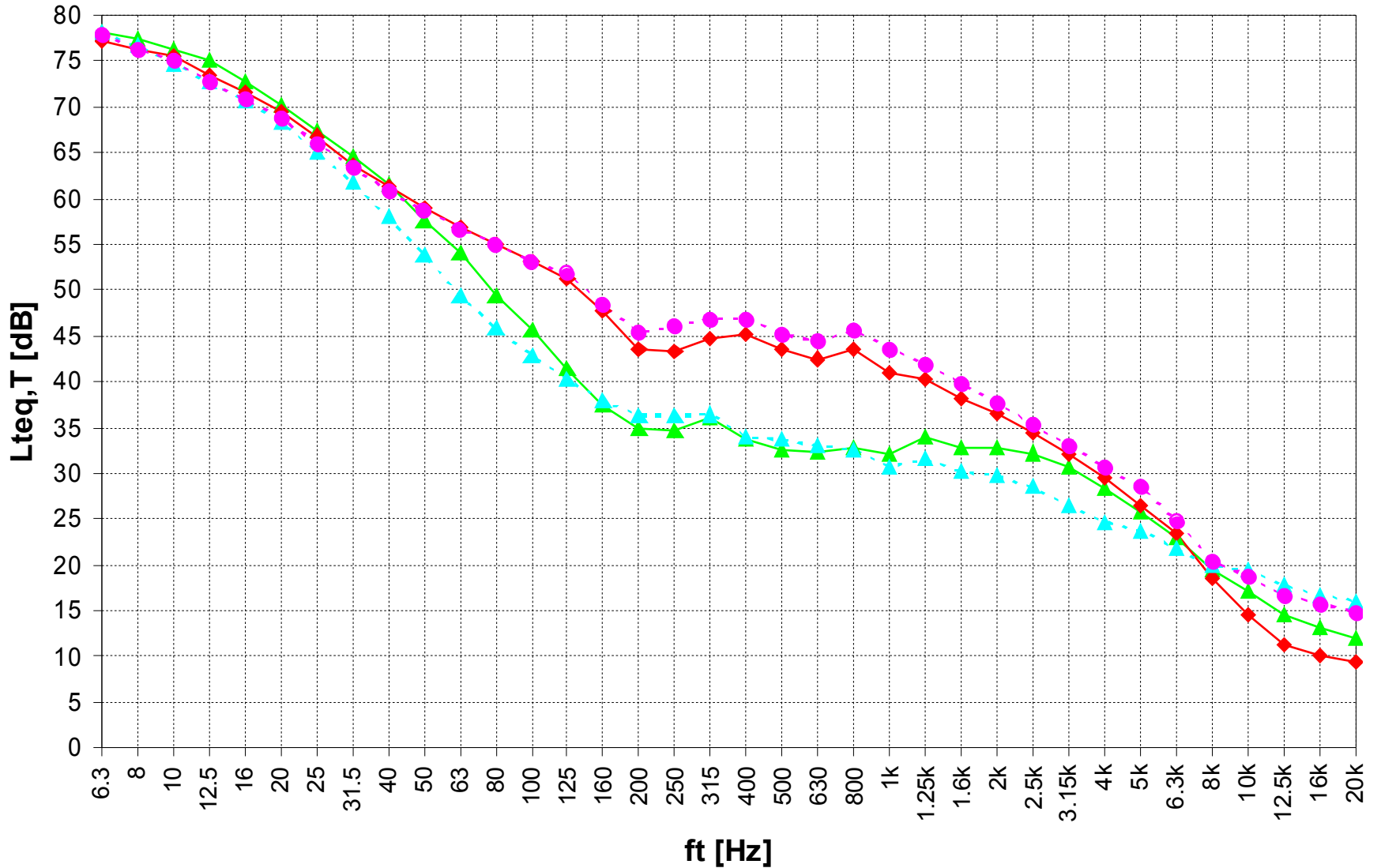
- tón = hladina v 1/3okt. pásmu o 5 dB vyšší
- v nf oblasti se porovnává s prahy slyšení frekvencí



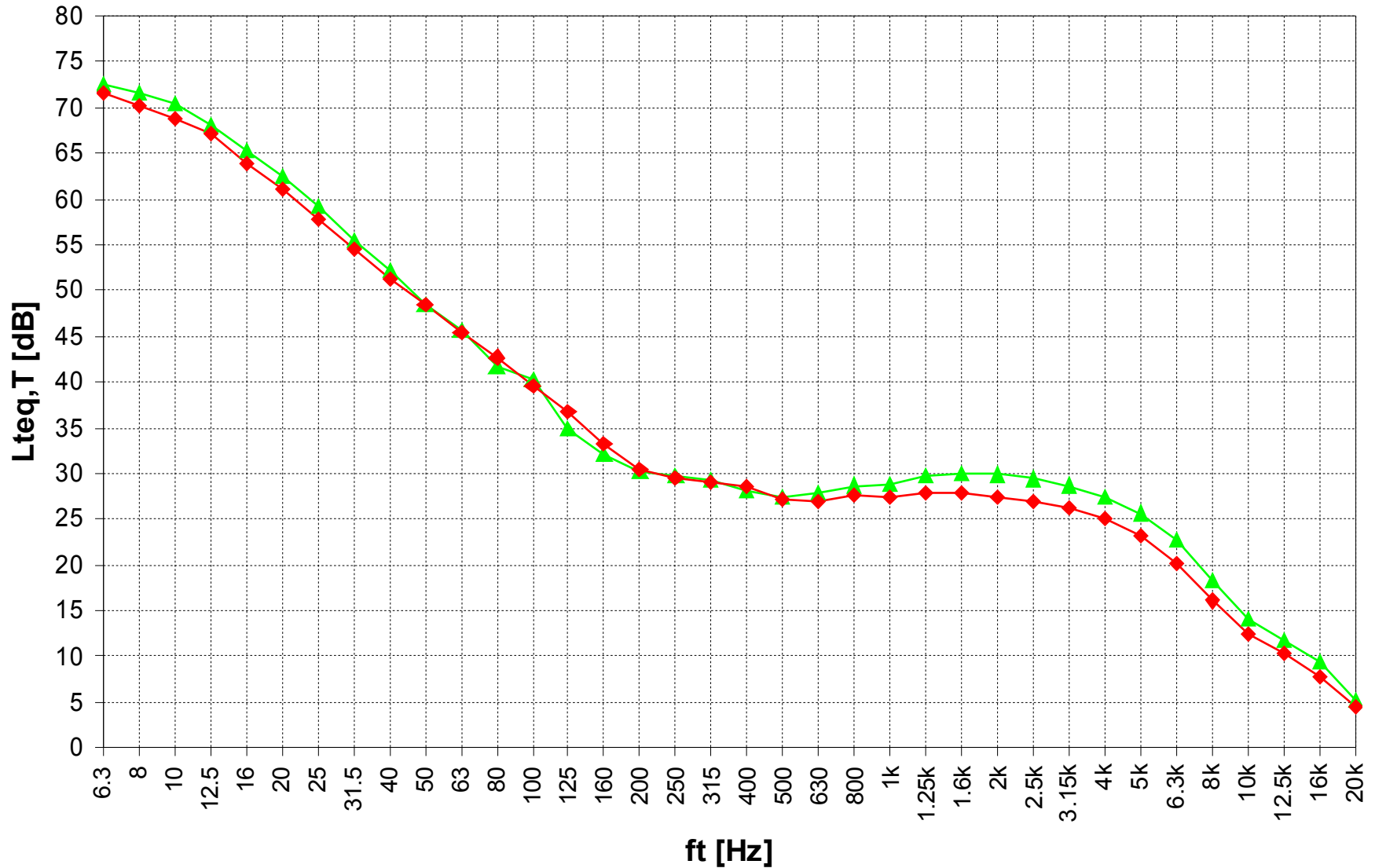
Tónový a netónový hluk



VTE Enercon E82 - 2.0 MW MM1



VTE Enercon E82 - 2.0 MW MM4

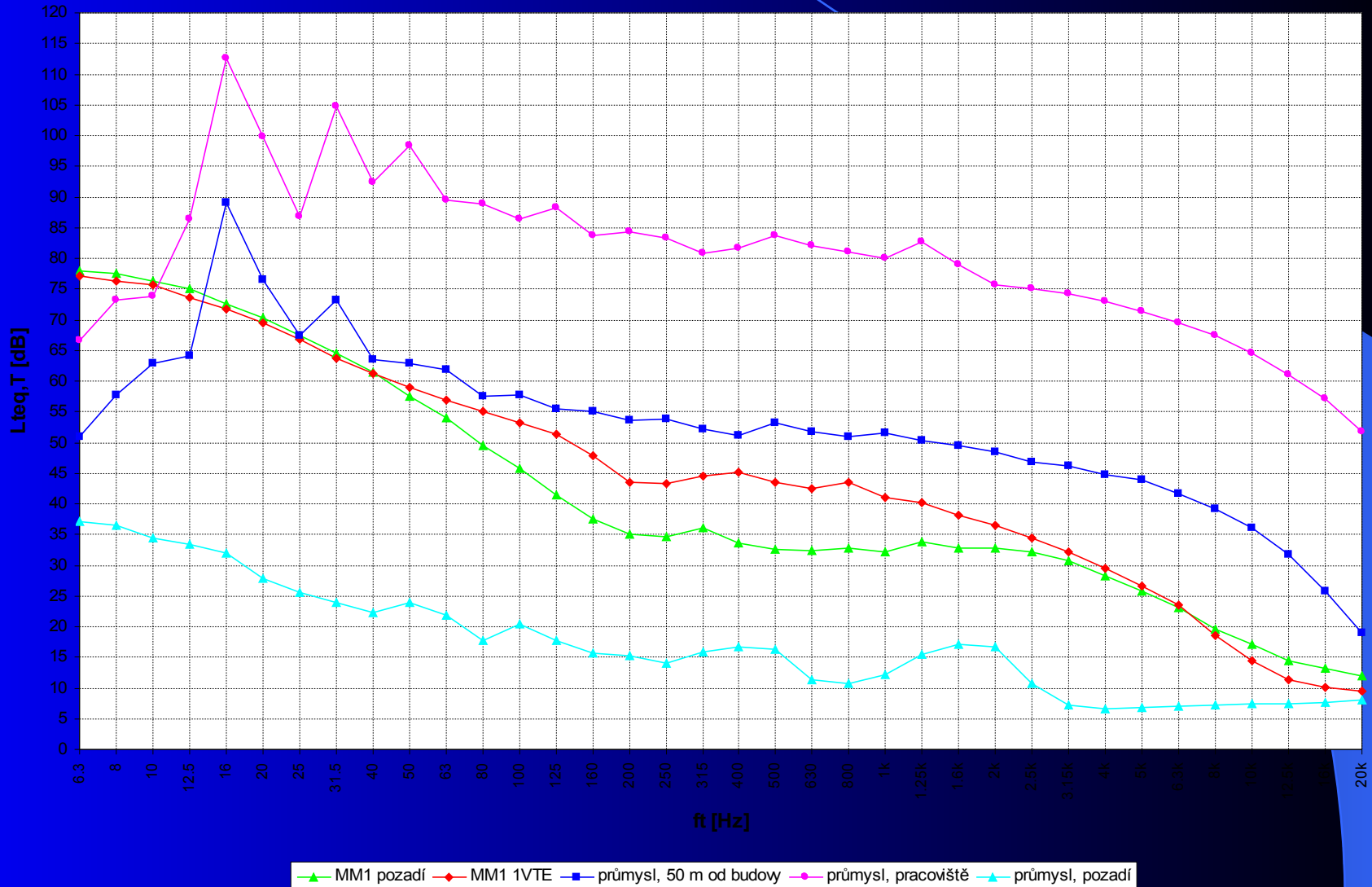


—▲ MM4 pozadí —◆ MM4 1VTE

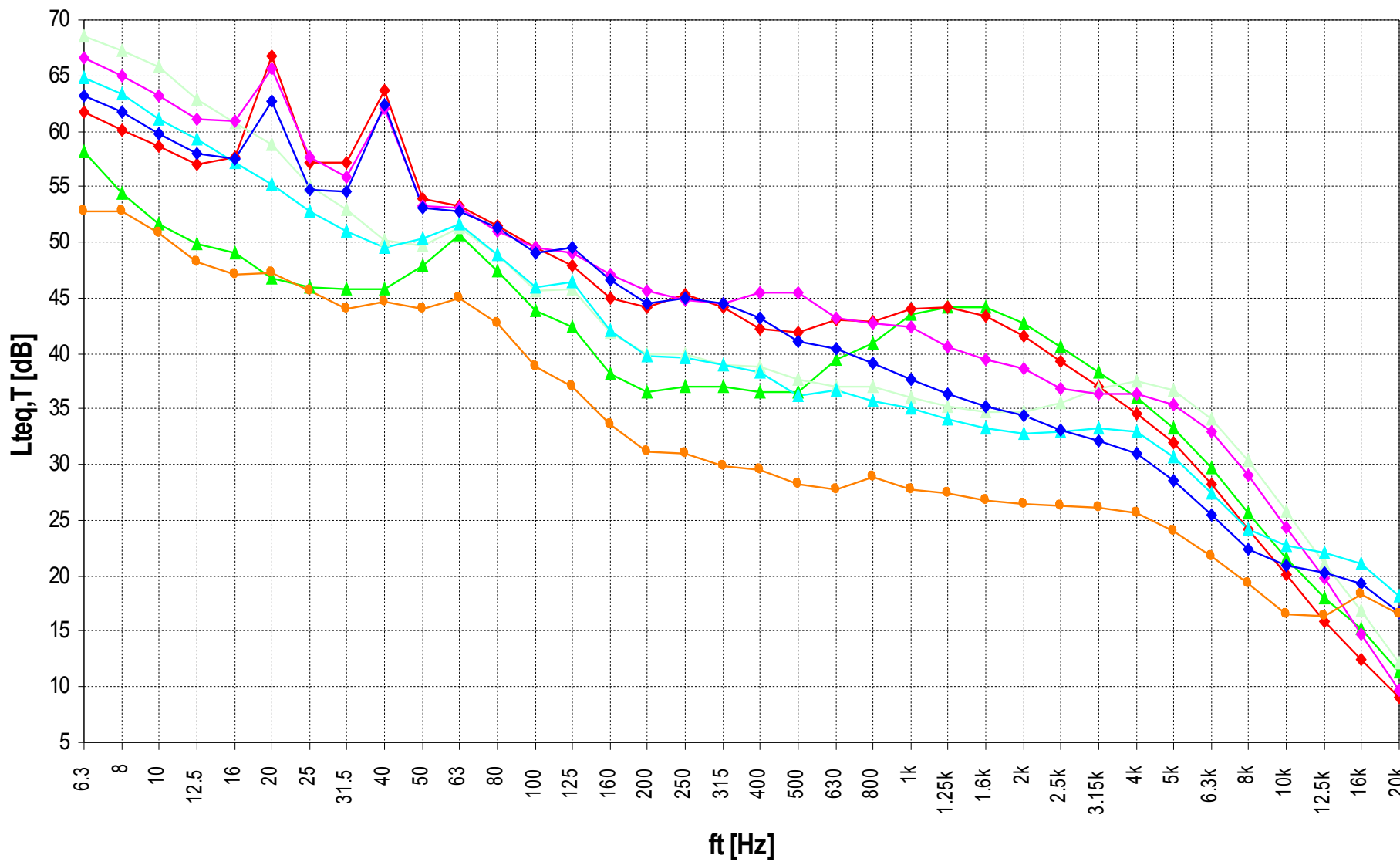
Porovnání s průmyslem

VTE Enercon E82 - 2.0 MW

MM1



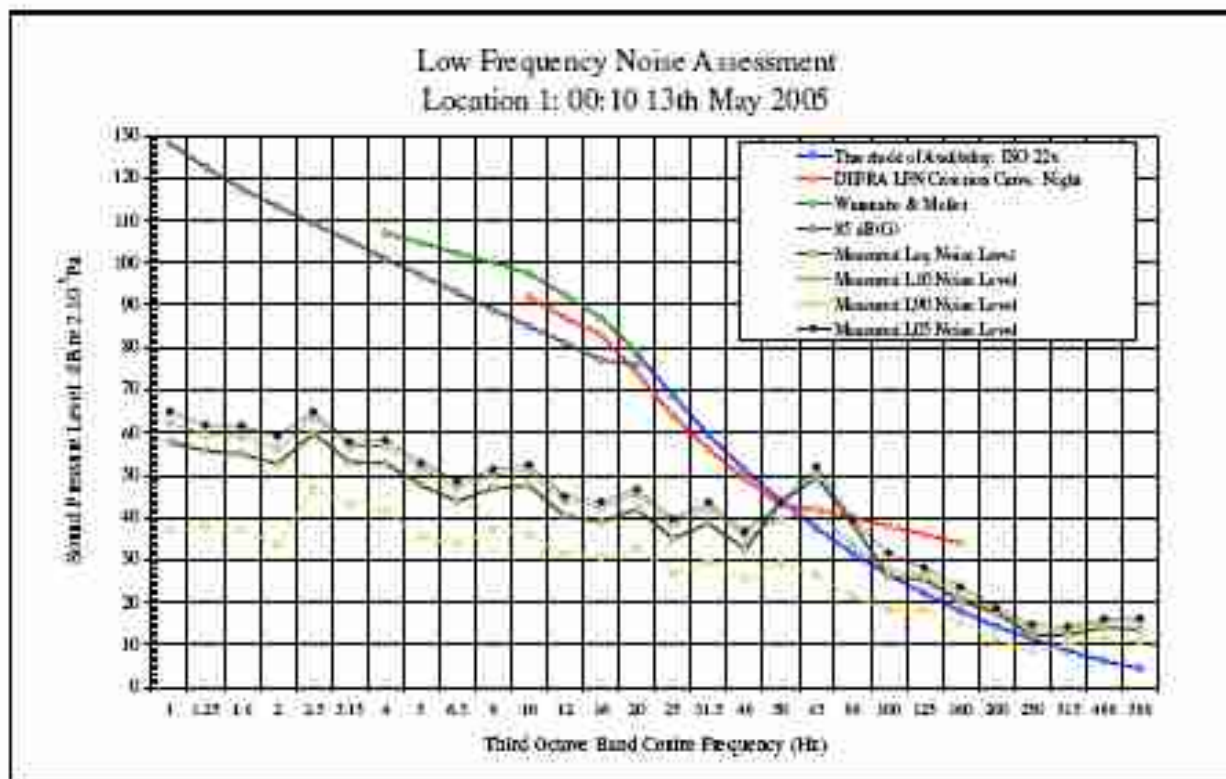
VE 600 kW



MM1 pozadí MM1 VE MM2 pozadí MM2 VE MM4 pozadí MM4 VE MM5 VE

DEFRA, Dti, Geoff Leventhall

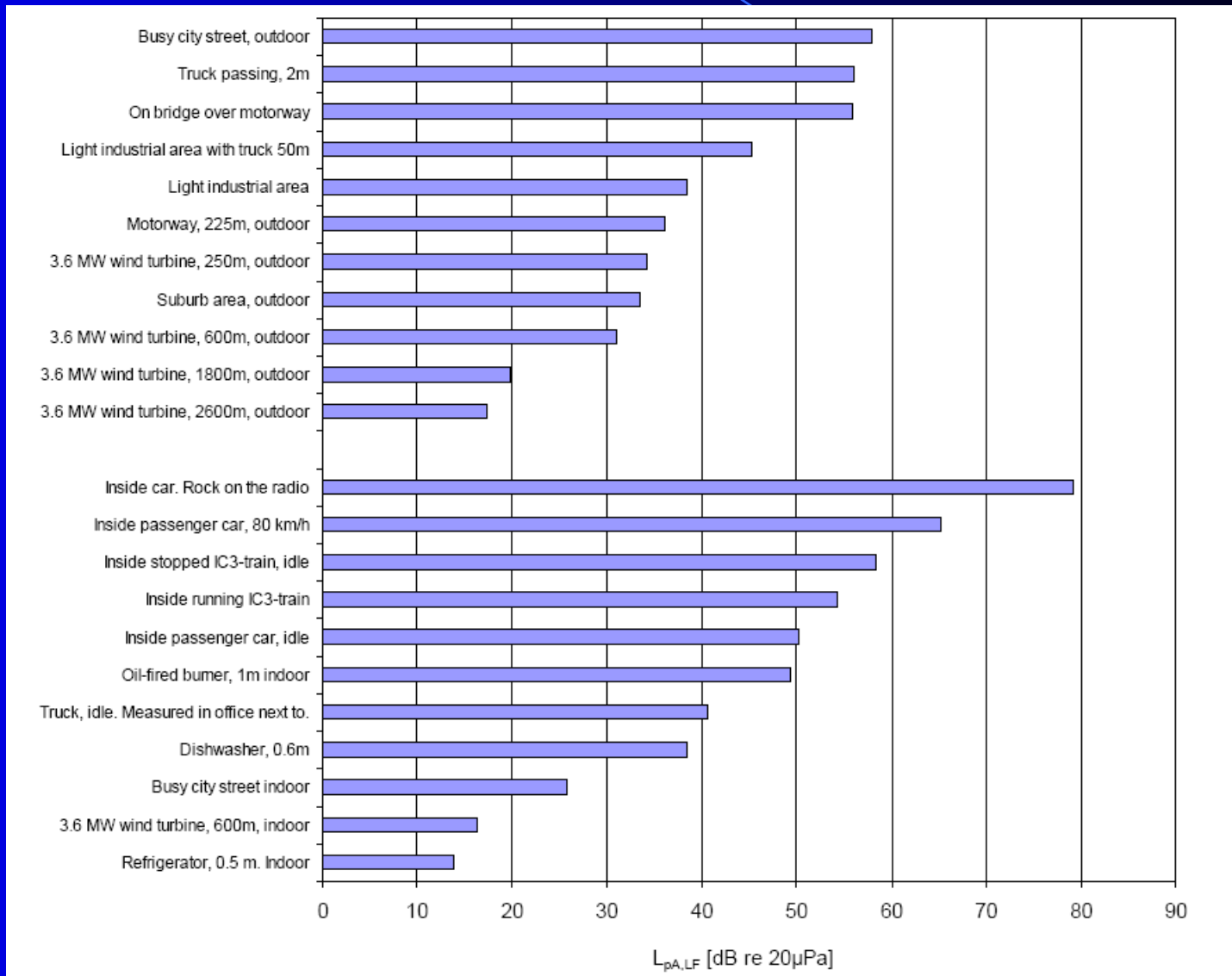
- nf hluk VE ve Velké Británii (5 ze 126 VP)



LFN Audibility Internal Corner 13/05/05 Figure 3

DELTA

- Infrazvuk a níhluh není hlavní problém



Případové studie (case study)

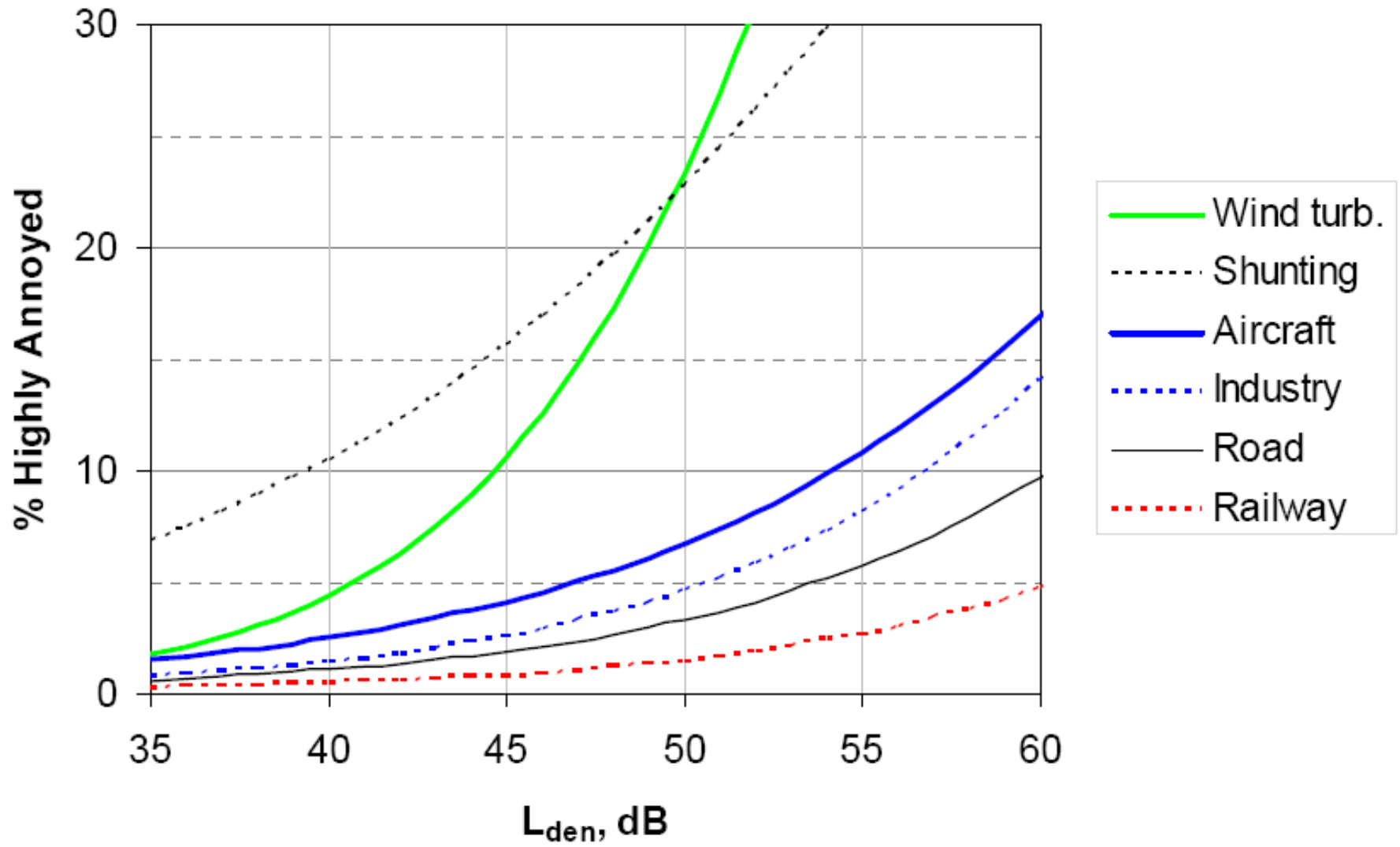
- Amanda Harry: Wind turbines, noise and health
- Barbara Frey, Peter Hadden: Noise radiation from wind turbines installed near homes: effects on health
- Nina Pierpoint: WT syndrome
- Dick Bowdler, Mike Stigwood: kritika ETSU-R-97

Epidemiologické studie

- Eja Pedersen: Human response to WT noise
- Frits van den Berg, Eja Pedersen: Project WINDFARMperception
- Torben Holm Pedersen: Noise Annoyance Model

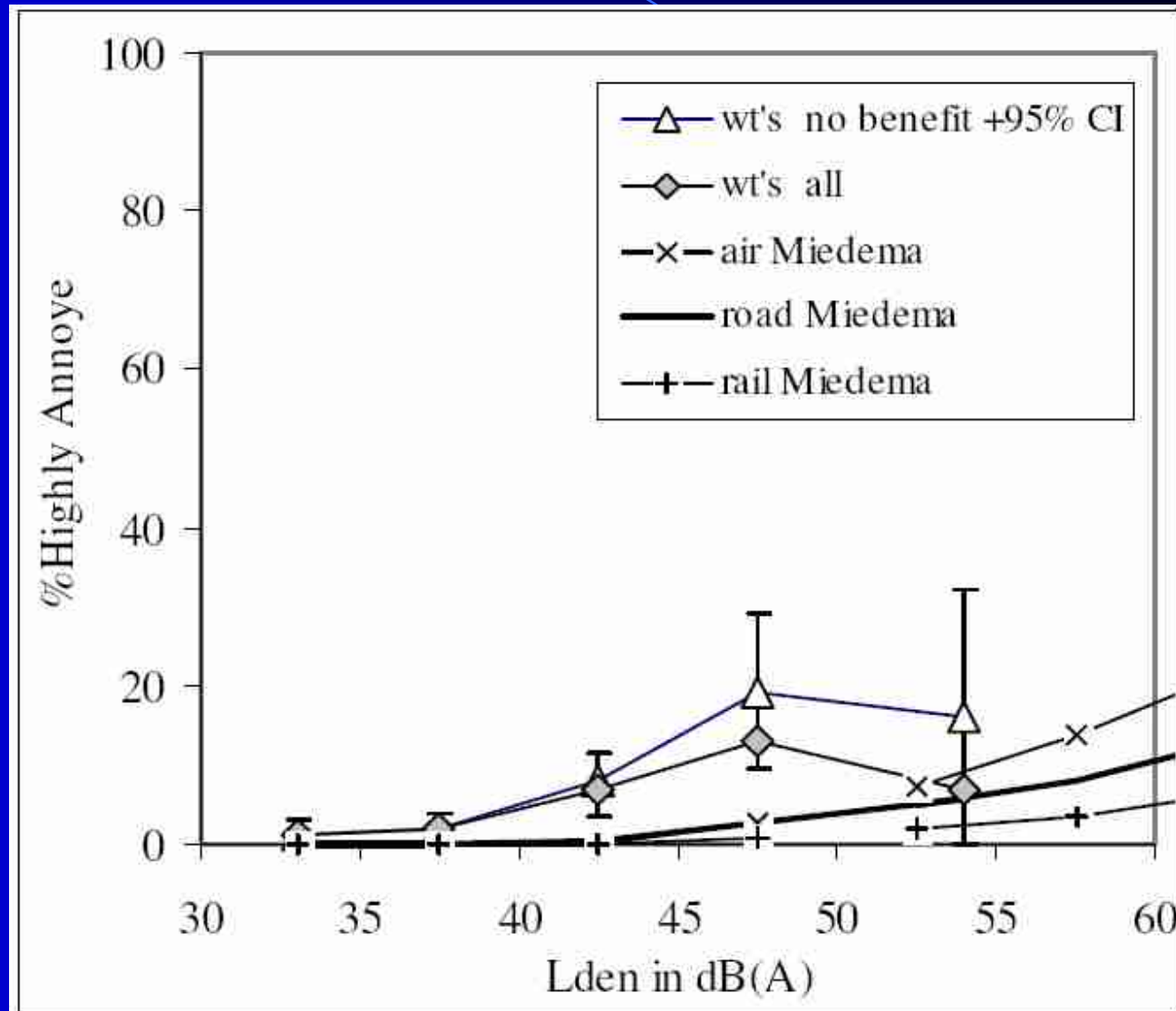
Eja Pedersen

- VE rušivější než jiné zdroje hluku



van den Berg, Pedersen

- saturace rušivého vlivu



Korelace typu zvuku a obtěžování

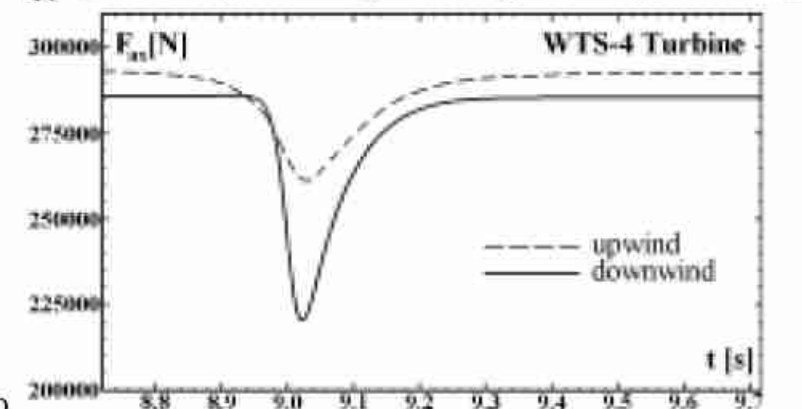
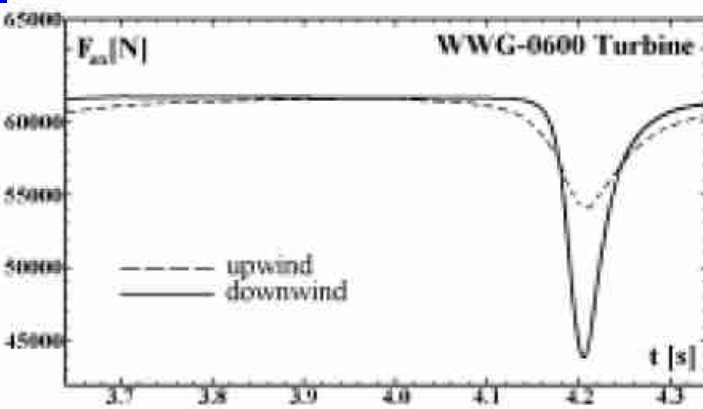
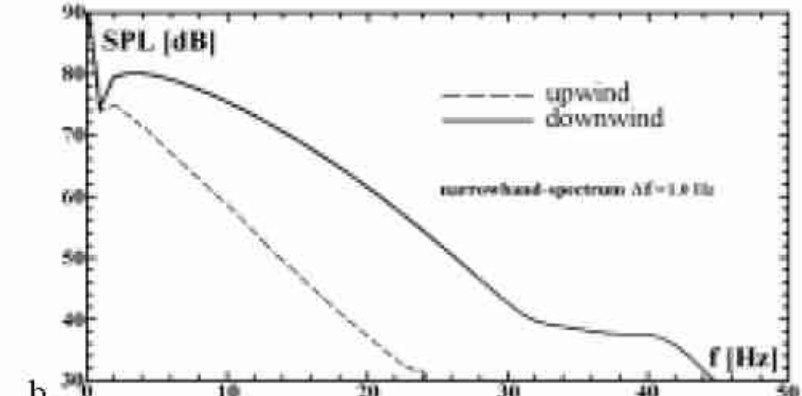
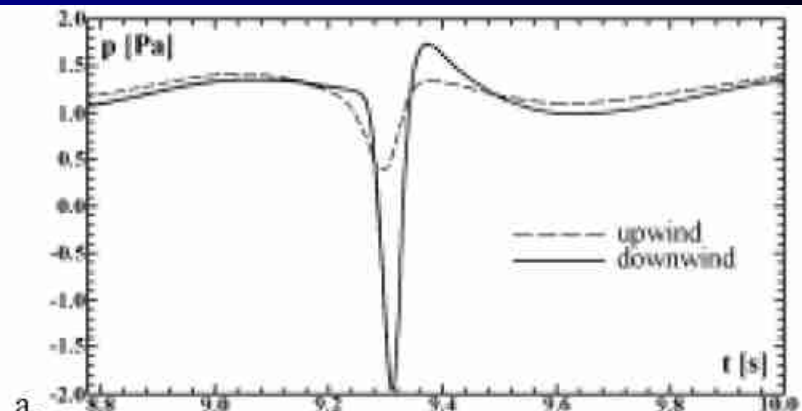
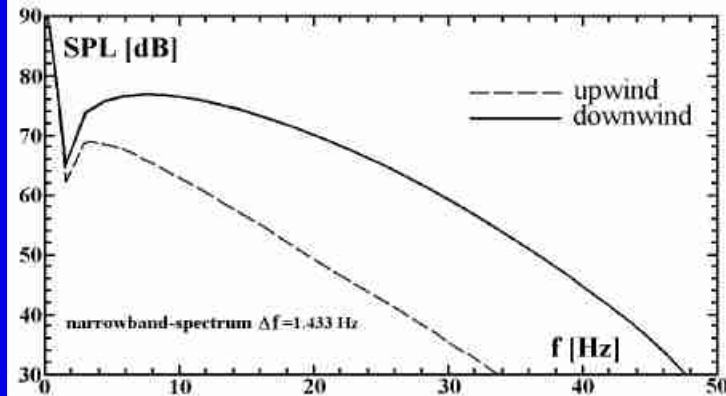
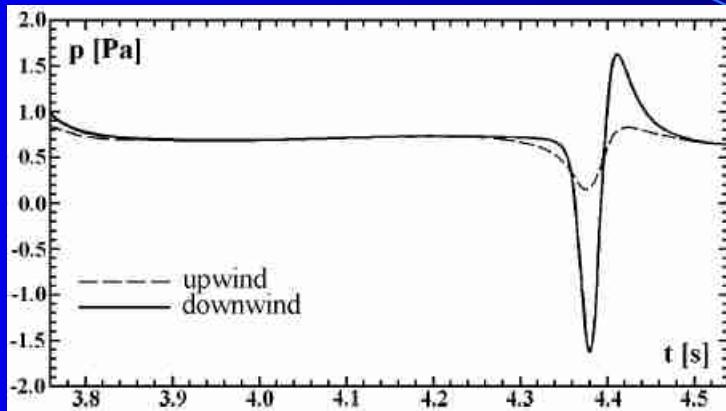
Correlation with noise annoyance	Study I n = 223	Study III n = 296
Swishing	0.718**	0.590**
Whistling	0.642**	0.381**
Pulsating/throbbing	0.450**	0.387**
Resounding	0.485**	0.321**
Scratching/squeaking	0.398**	0.290**
Tonal	0.335**	0.122
Low frequency	0.292**	0.109
Lapping	0.262**	0.162*

**p<0.01; *p<0.05.

Technické studie

- Helge Aagard Madsen: Low Frequency Noise from MW wind turbines
- DELTA: Low frequency noise from large wind turbines
- Frits G.P. van den Berg: Effects of the wind profile at night on wind turbine sound

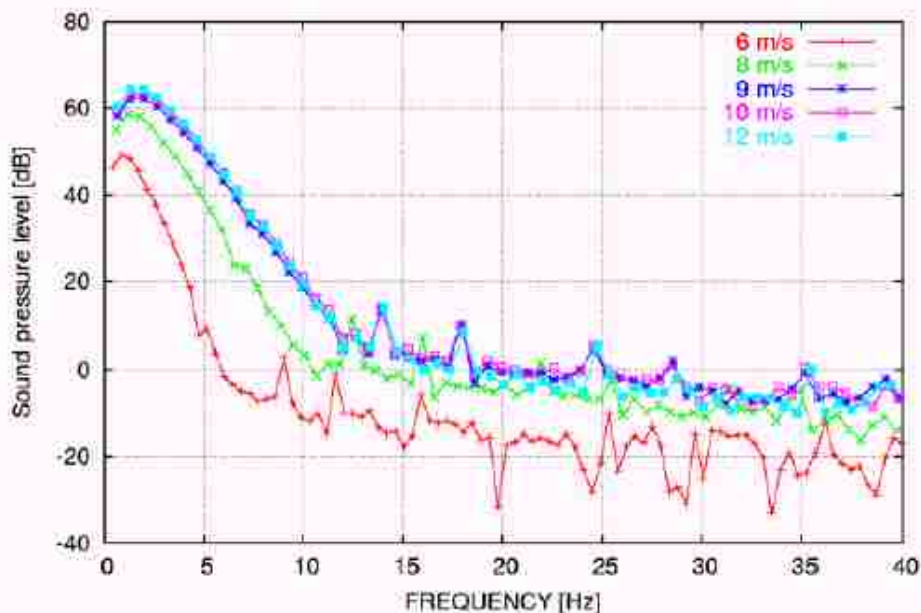
Porovnání upwind a downwind VE



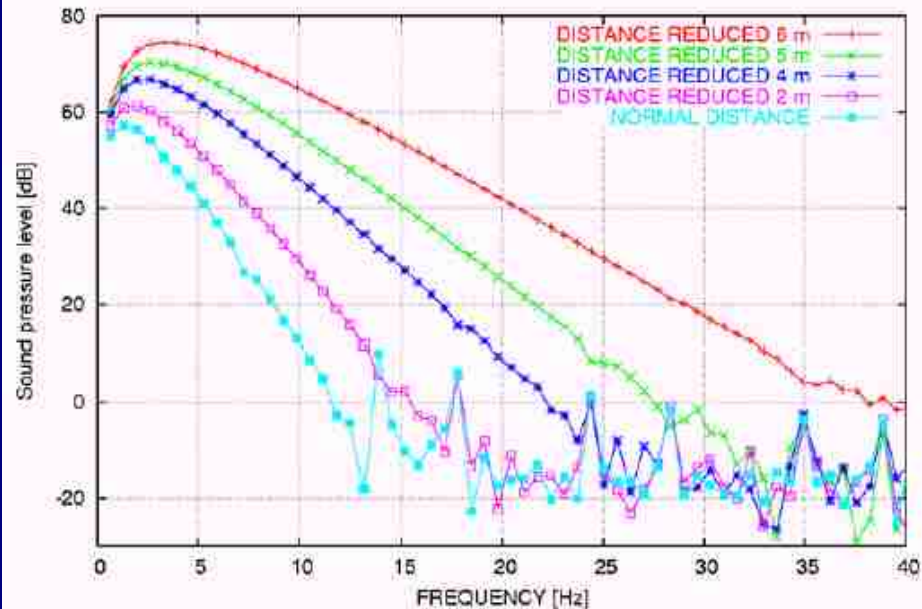
Vlivy na nf hluk

- rychlost větru (otáčky VTE)
- vzdálenost rotor - stožár

SIEMENS 3.6 MW TURBINE -- 145 m downstream



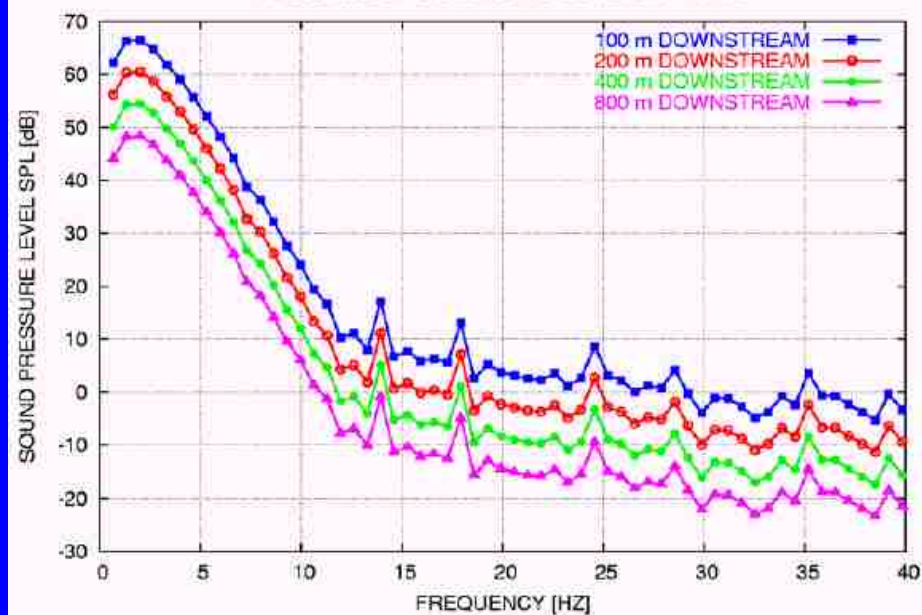
SIEMENS - 3.6 MW -- 10 m/s -- 145 m downstream



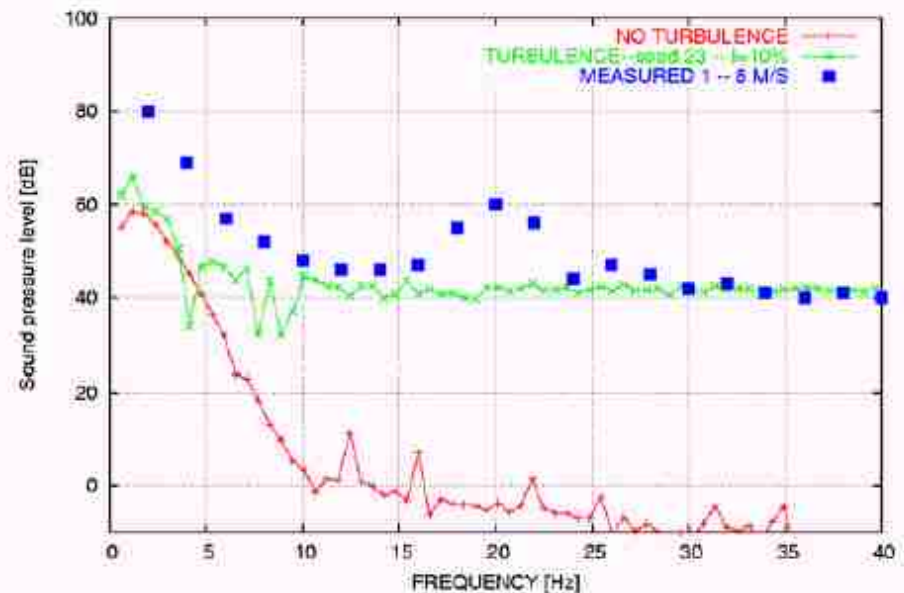
Vlivy na nf hluk

- rychlost větru (otáčky VTE)
- vzdálenost rotor - stožár

INFLUENCE OF DISTANCE TO LISTENER -- 10 m/s



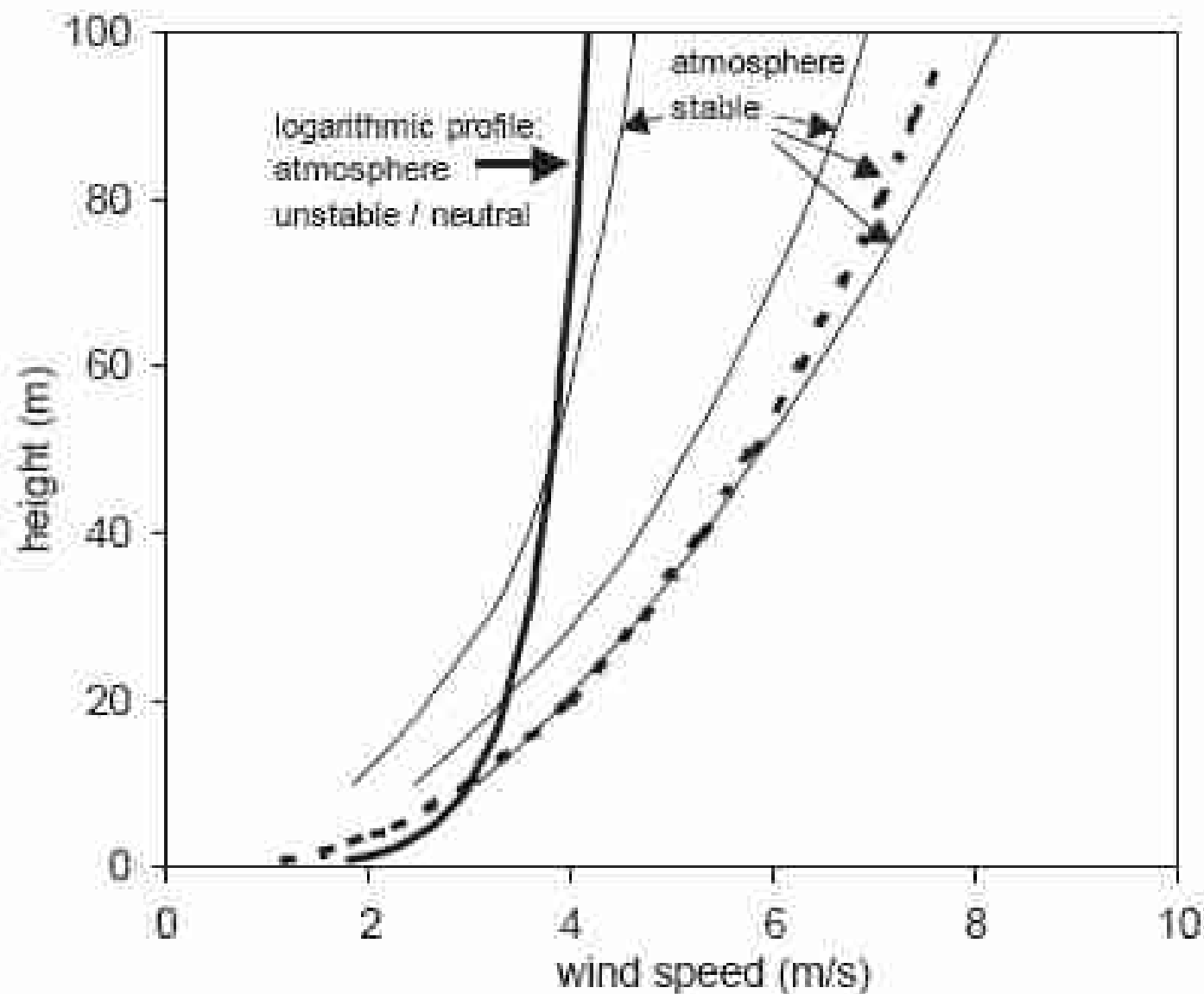
COMPARISON WITH MEASUREMENTS -- 8 m/s -- 145 m downstream



Frits G.P. van den Berg

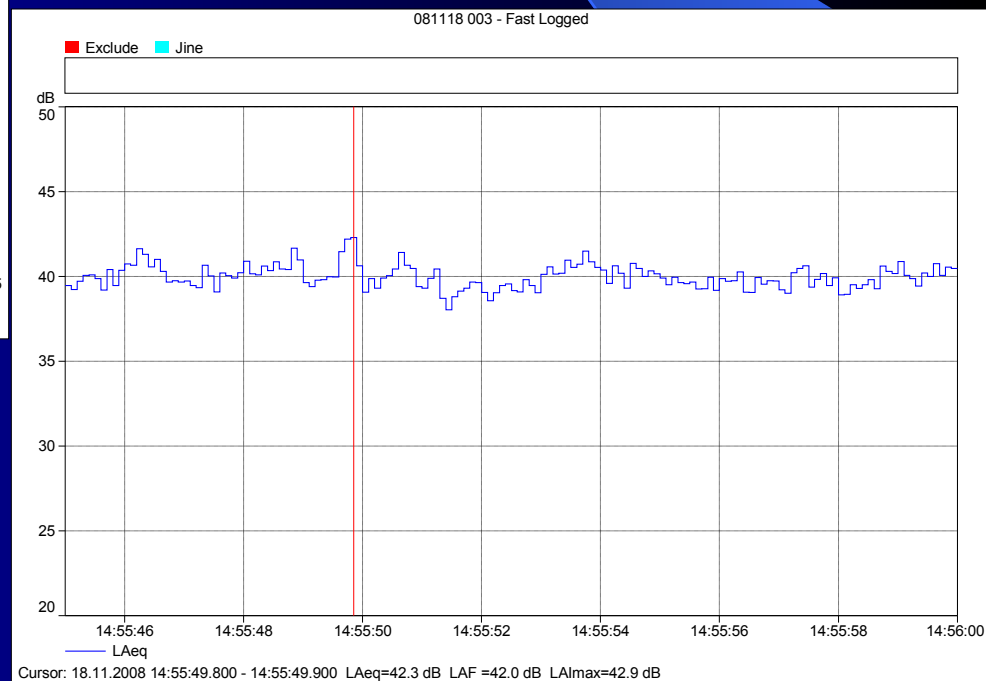
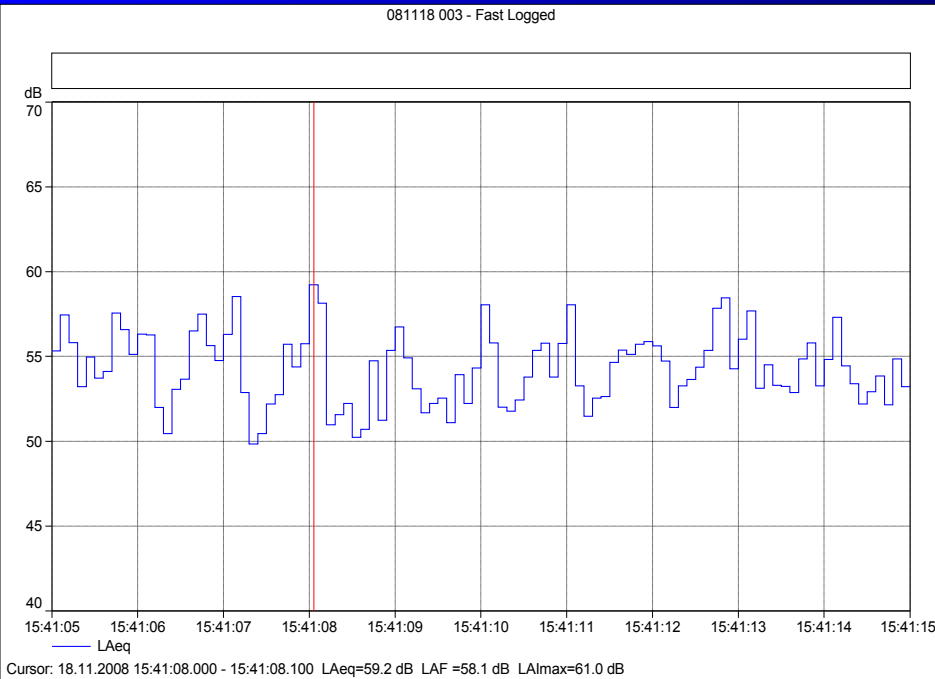
- aerodynamický hluk VE
- meteorologie: výškový profil rychlosti větru
- rozdílnosti profilu v denní a noční době
- lokalita Rhede (Německo - Holandsko)
 - 17 VE Enercon E-66 1.8 MW, 98 m, $L_{wA} = 103$ dB
 - nejbližší zástavba 400 m
 - hluková studie 43 dB (2 dB pod německým limitem, splňuje holandský limit ~ rychlosti větru)
 - rozdíl od měření standardně 0.1 - 1.2 dB, zvýšení o 2 až 5 dB při stabilních atmosférických podmínkách (swish)

Výškový profil rychlosti větru

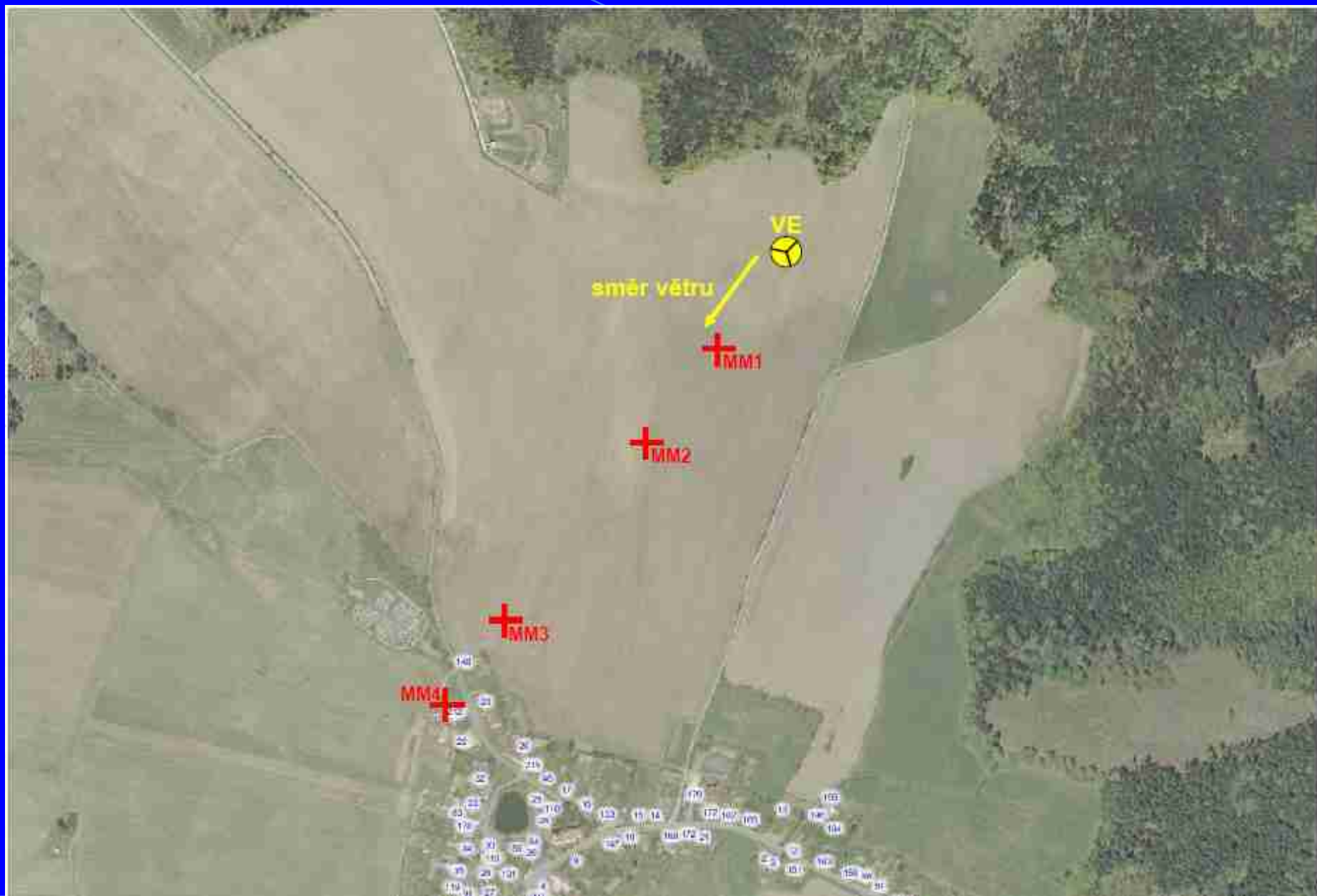


DELTA

- Problém může být amplitudová modulace

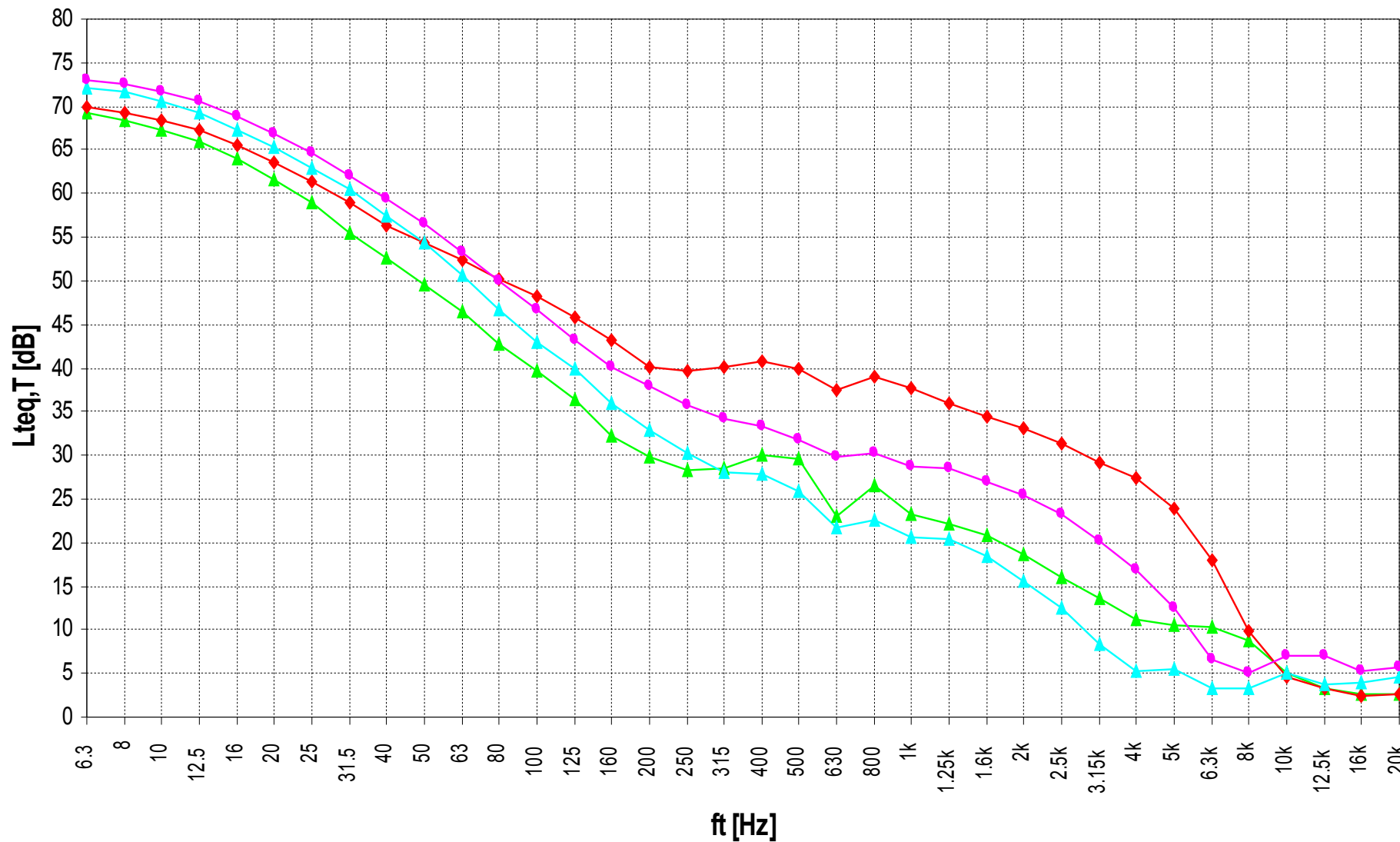


Měření VTE



VE Vestas V90 - 2.0 MW

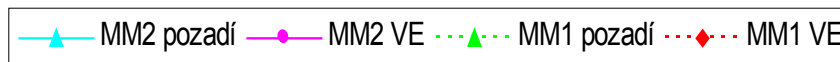
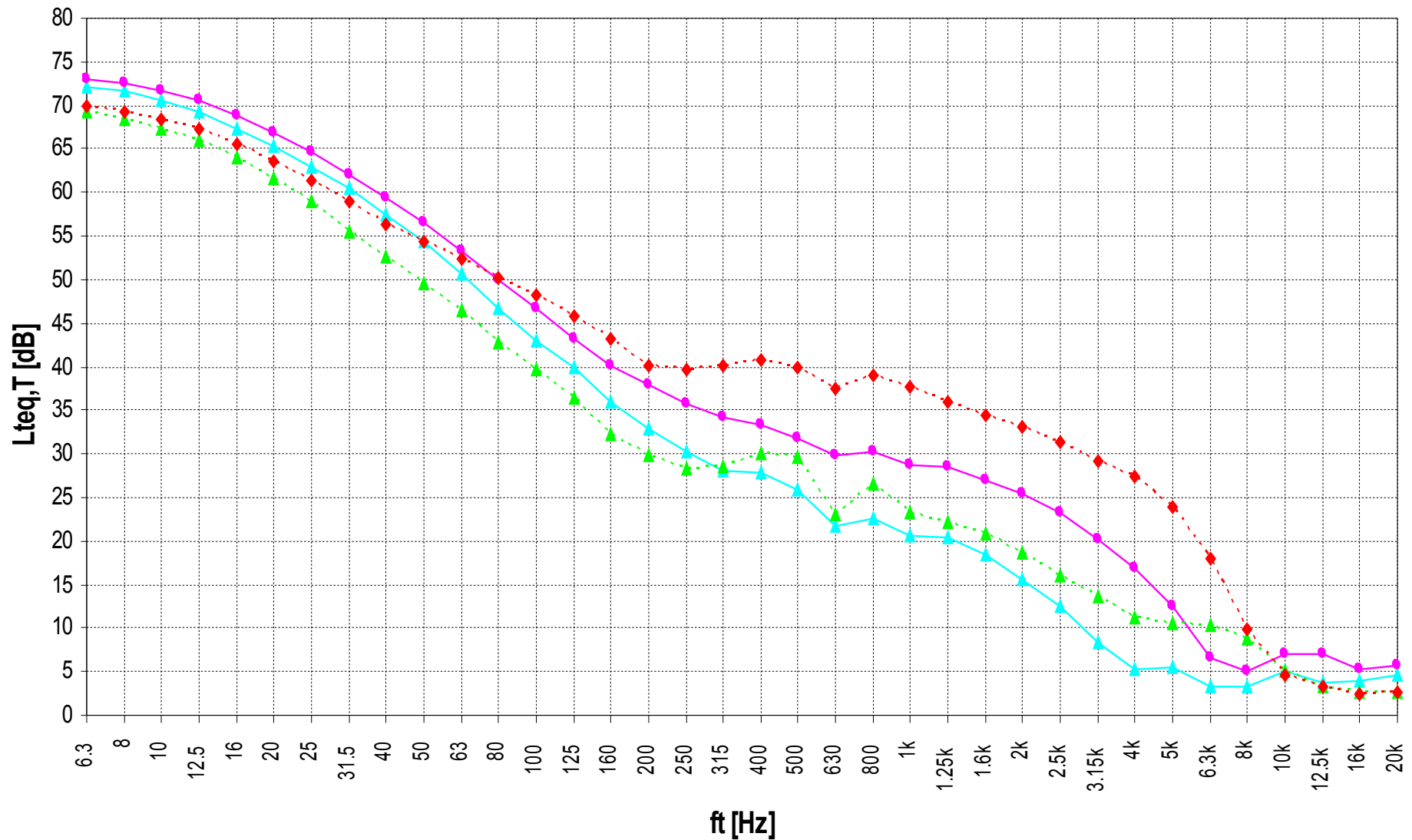
MM1



—▲— MM1 pozadí —◆— MM1 VE —▲— MM2 pozadí —●— MM2 VE

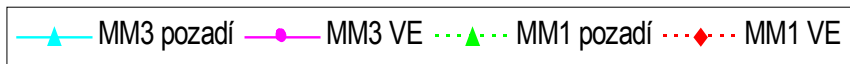
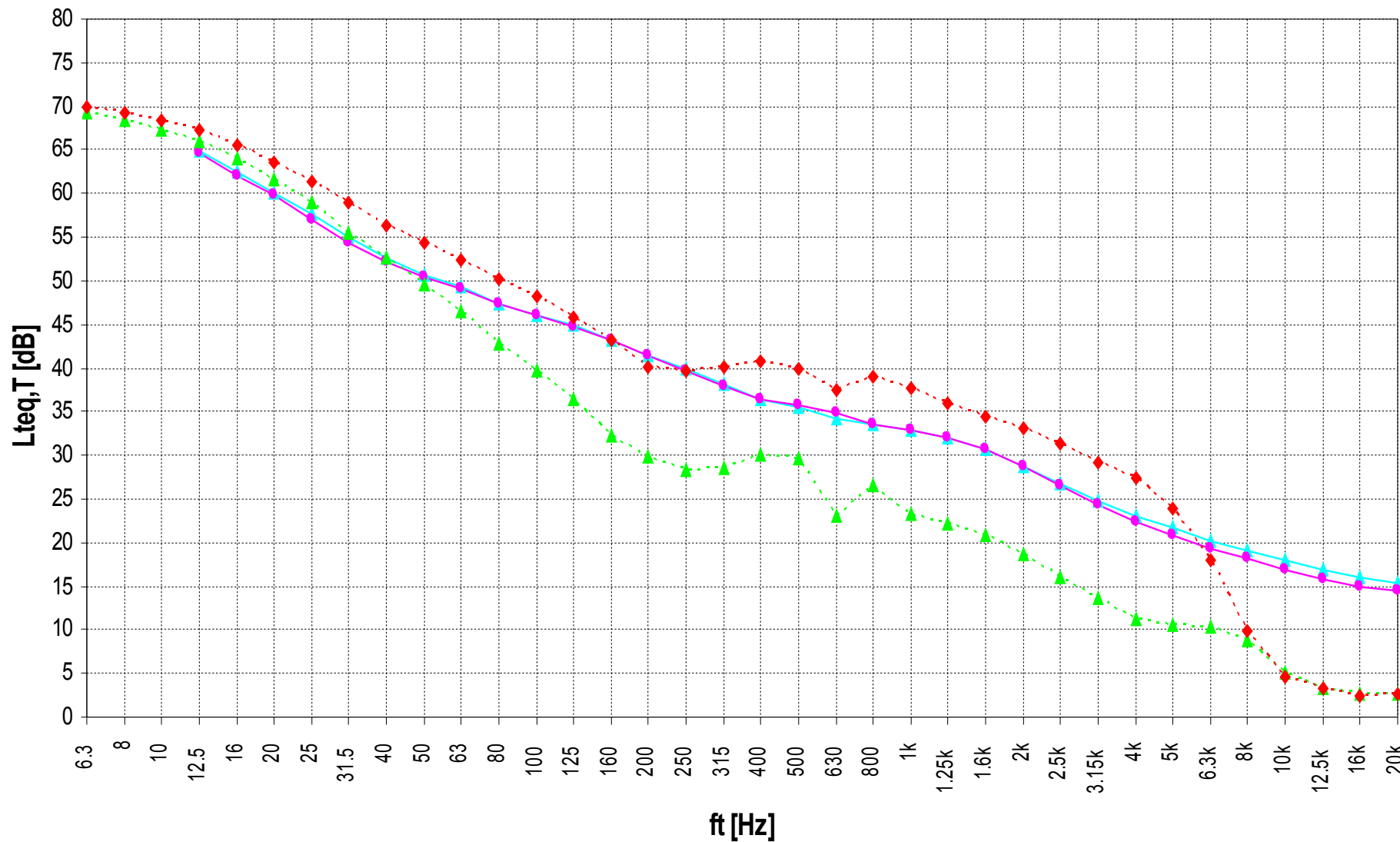
VE Vestas V90 - 2.0 MW

MM2



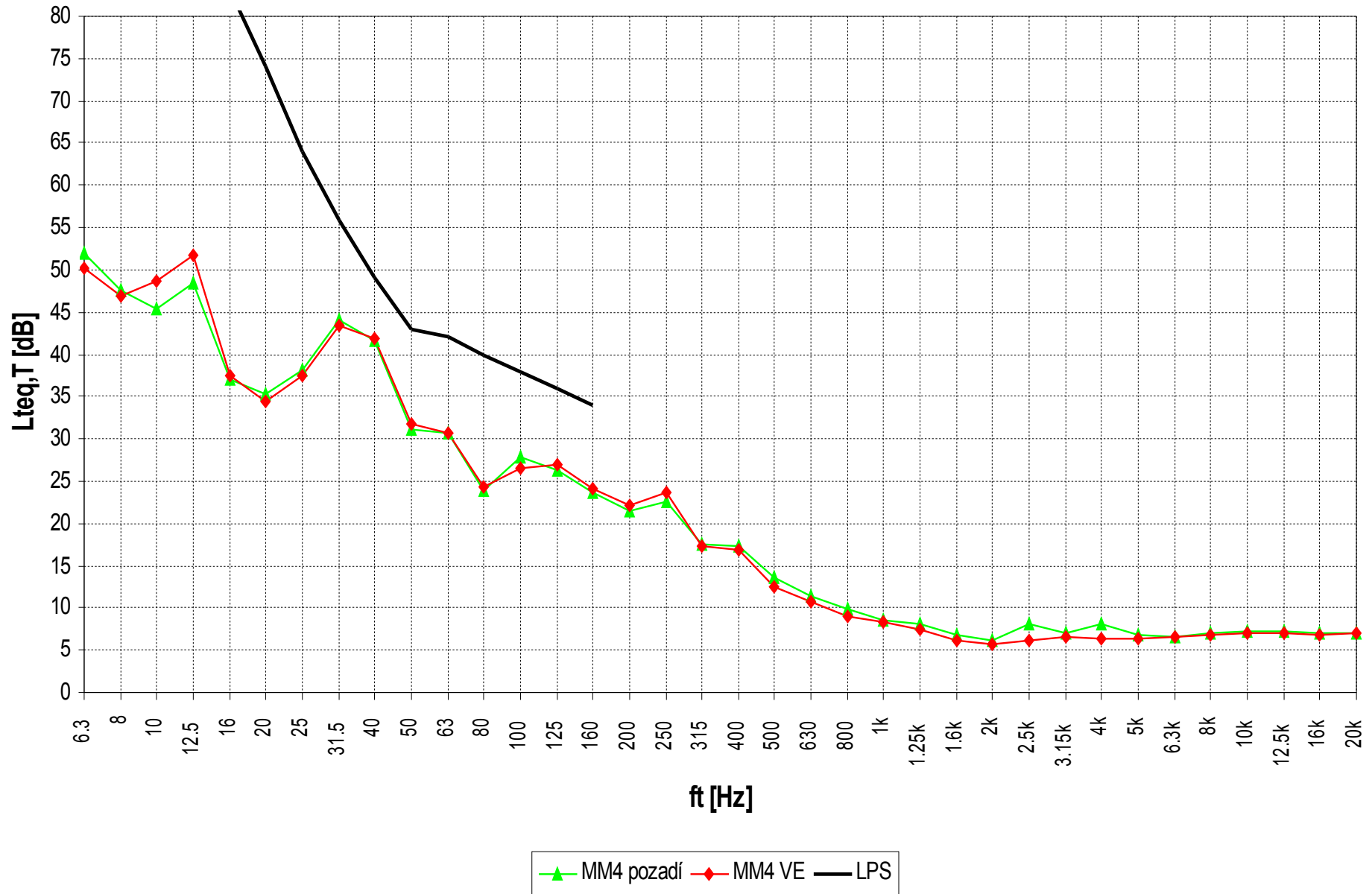
VE Vestas V90 - 2.0 MW

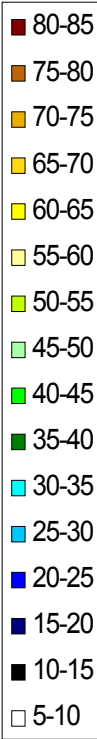
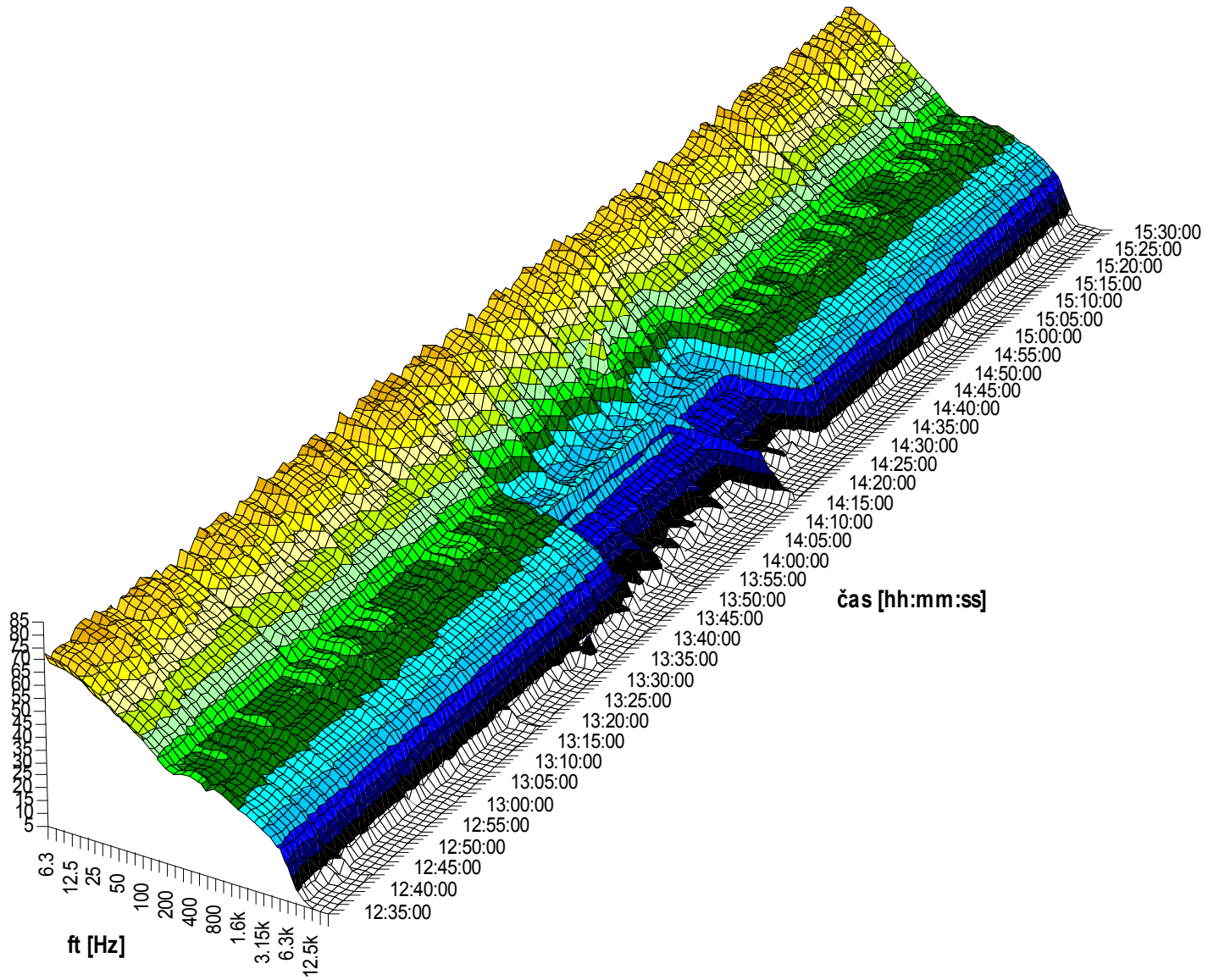
MM3

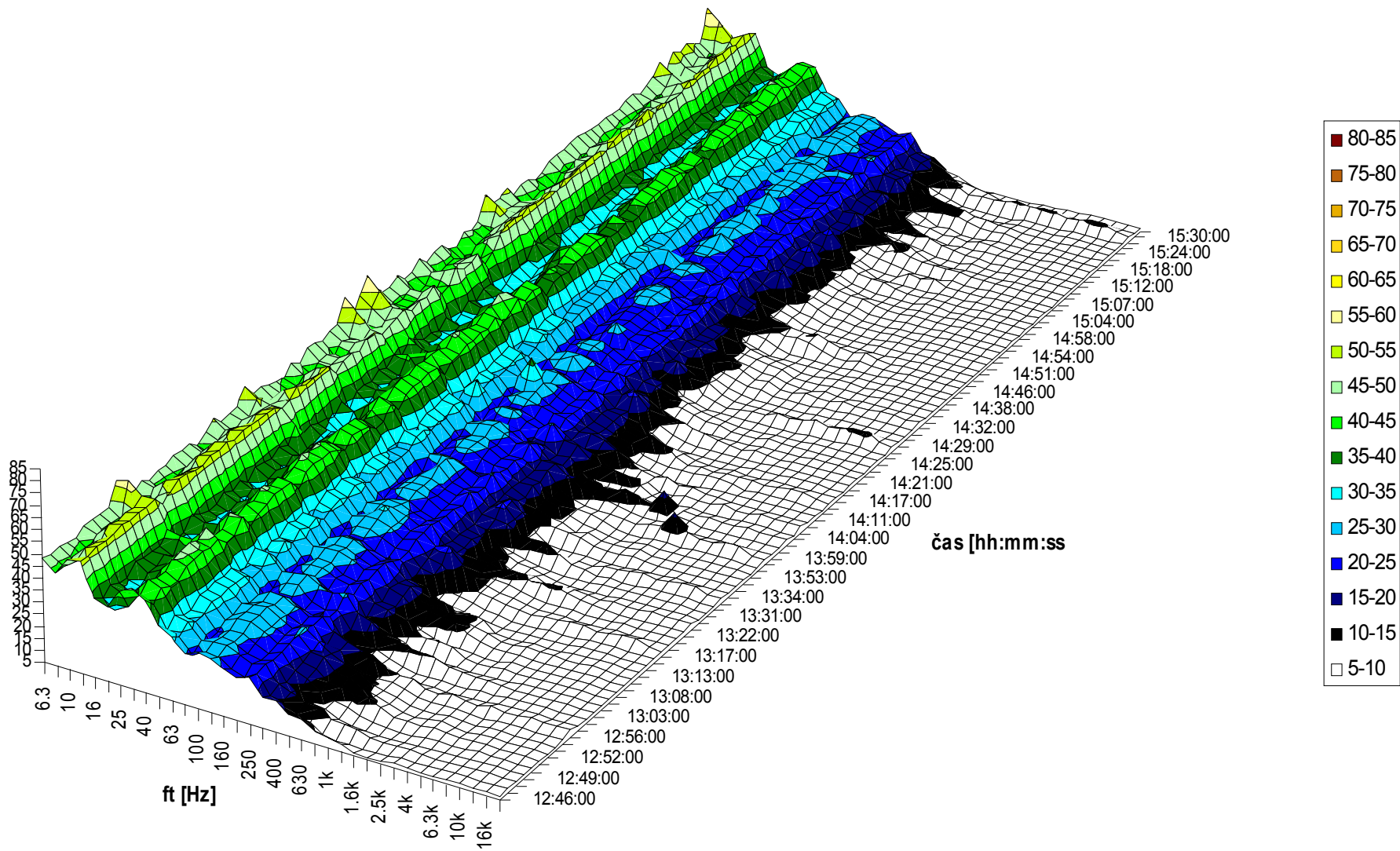


VE Vestas V90 - 2.0 MW

MM4



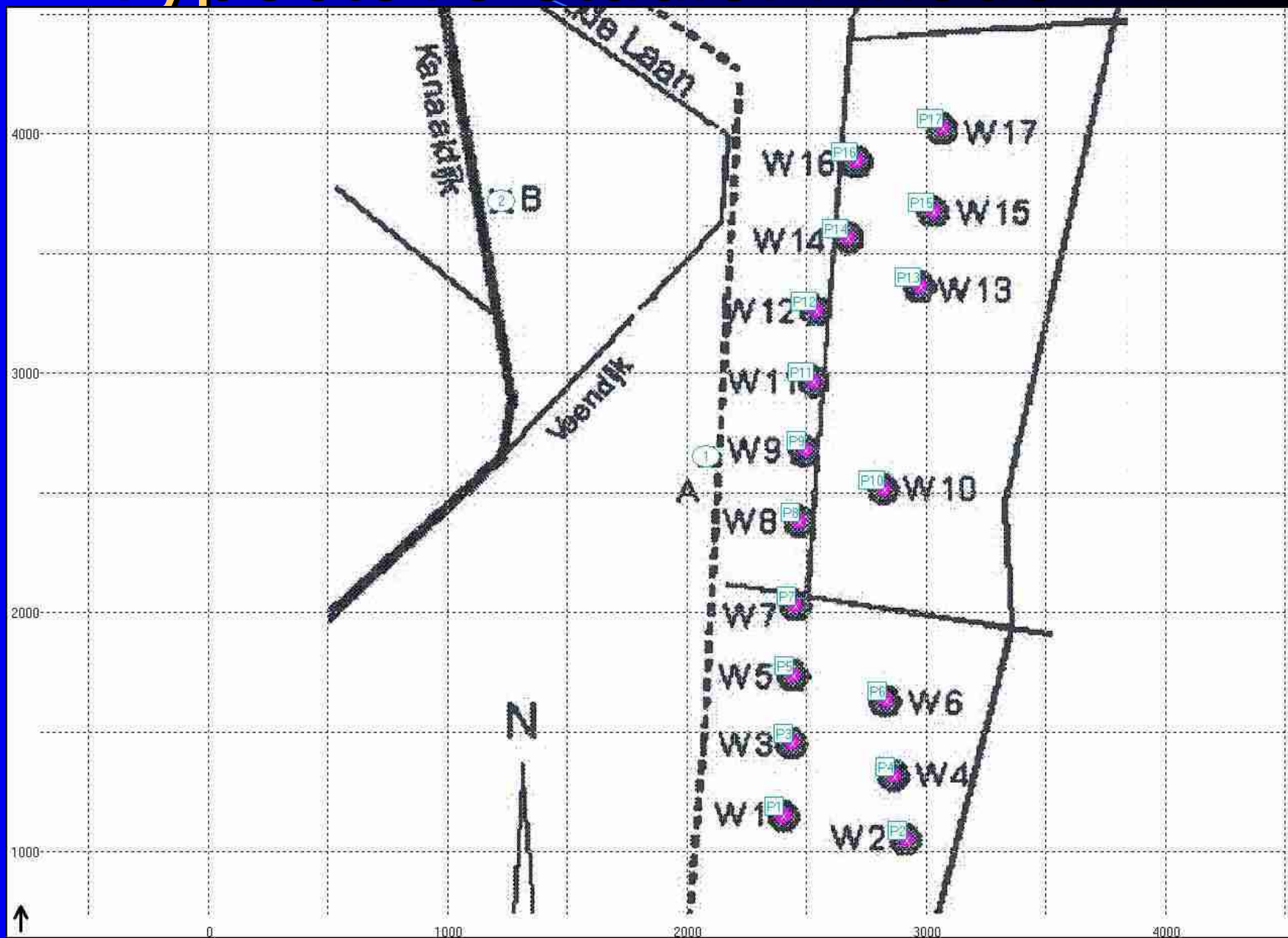




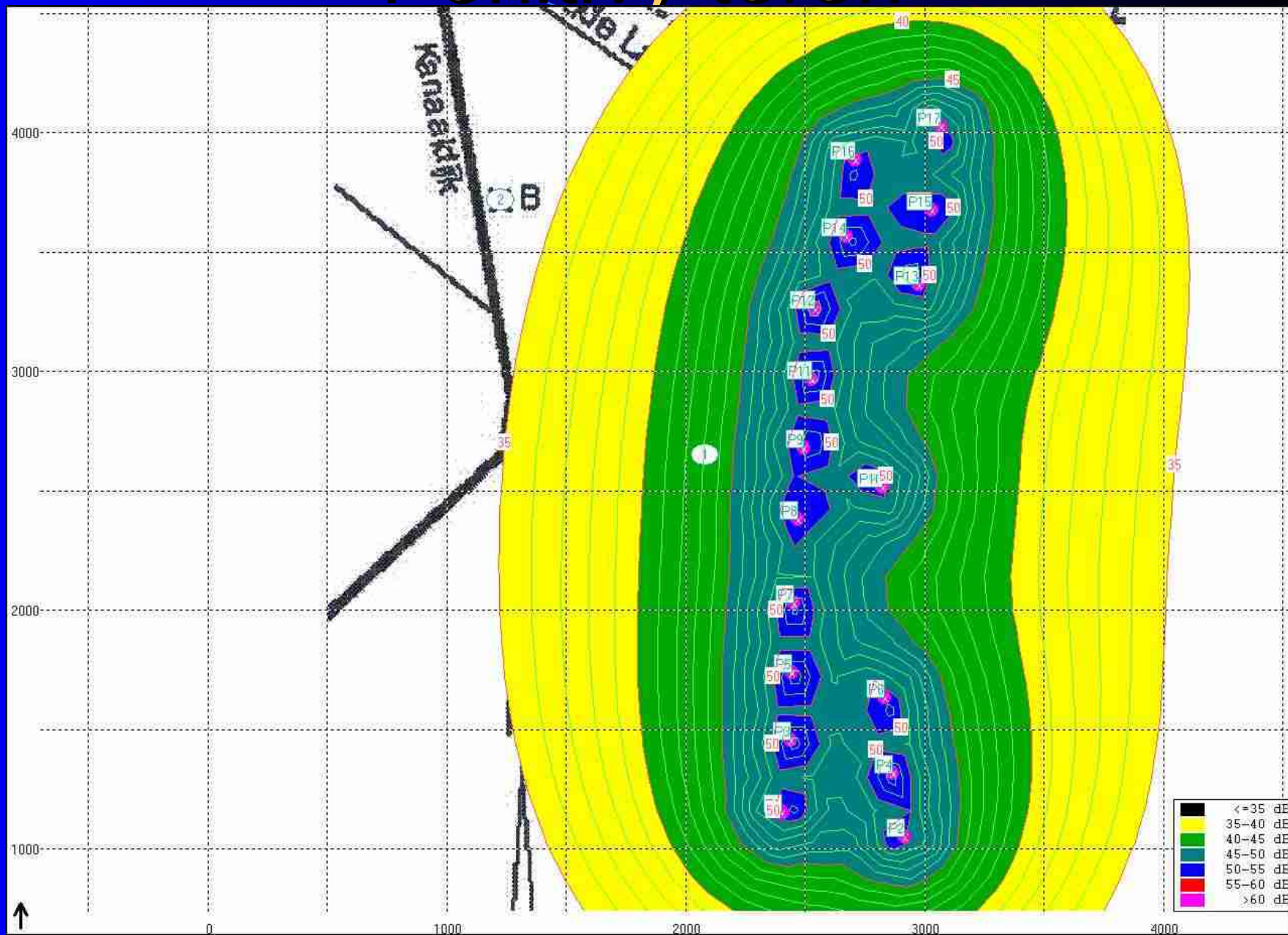
Fyziologické studie

- H. Möller, C. S. Pedersen: Hearing at low and infrasonic frequencies
- Geoff Leventhall: A Review of Published Research on Low Frequency Noise and its Effects

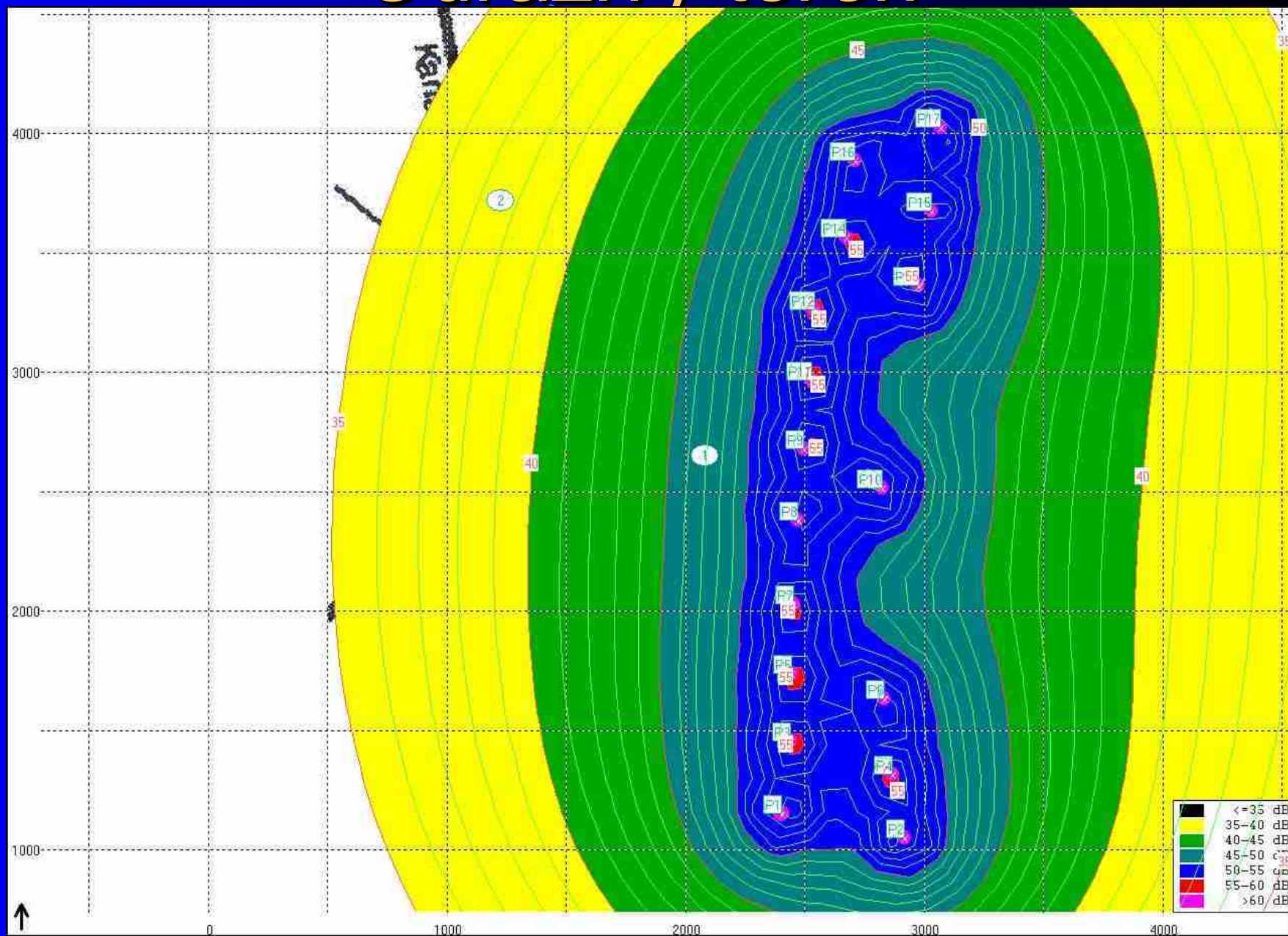
Výpočtové studie: Rhede NL



Pohltivý terén



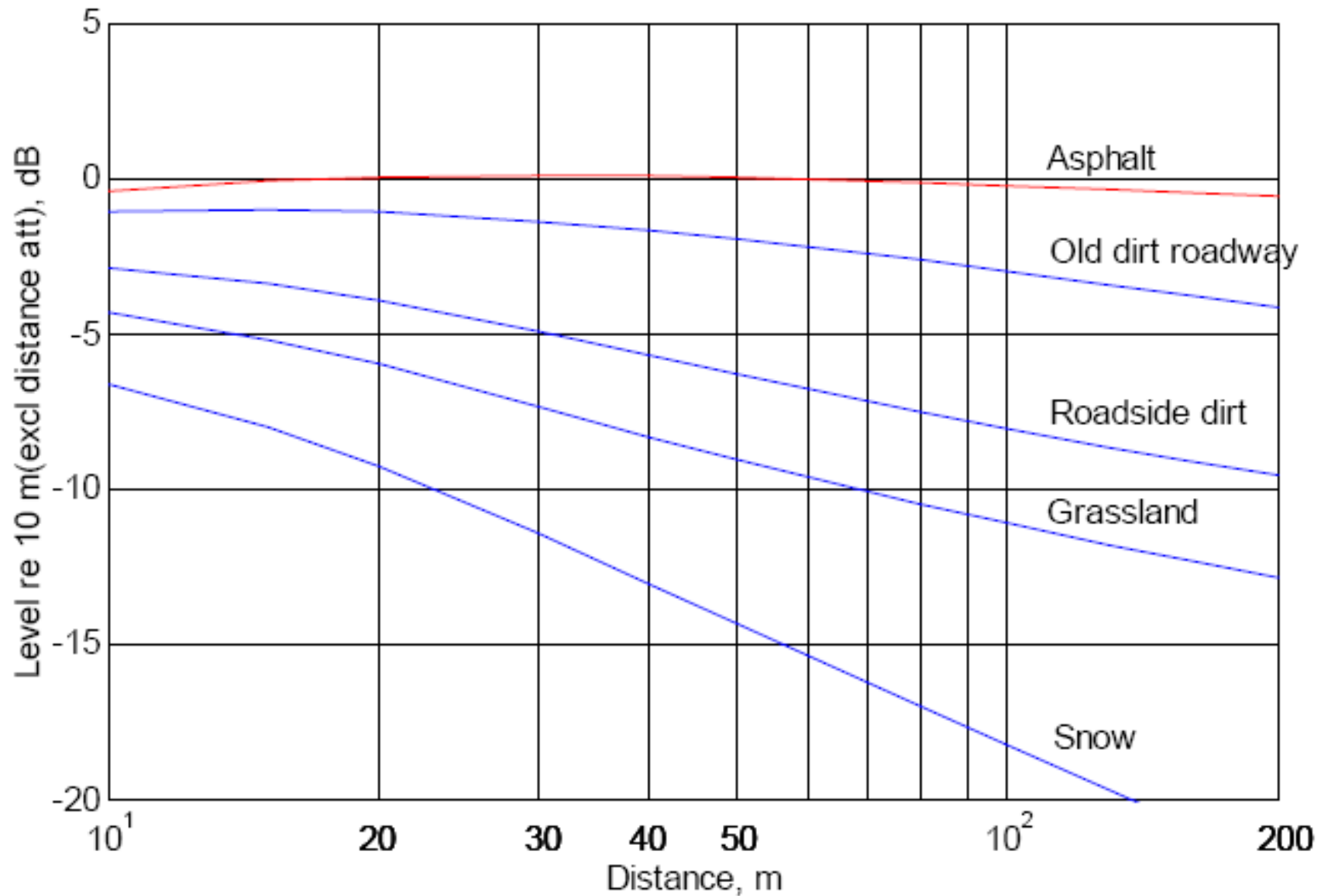
Odrazivý terén



Porovnání systému výpočtů

standard	Hluk+	jiný parametr	Hluk+	dL
odrazivý	43.0	pohltivý	40.4	2.6
10st., 70%	43.0	15st.,50%	42.7	0.3
Hluk+	H43.0	LimA	L42.2	0.8
	LimA		LimA	dL
3D, s vrst.	42.2	2D, bez vrst.	42.5	-0.3
G 0	42.2	G 0.5	40.2	2.0
G 0	42.2	G 1.0	38.3	3.9

Pohltivost terénu



Šíření zvuku

Up- and downwind propagation

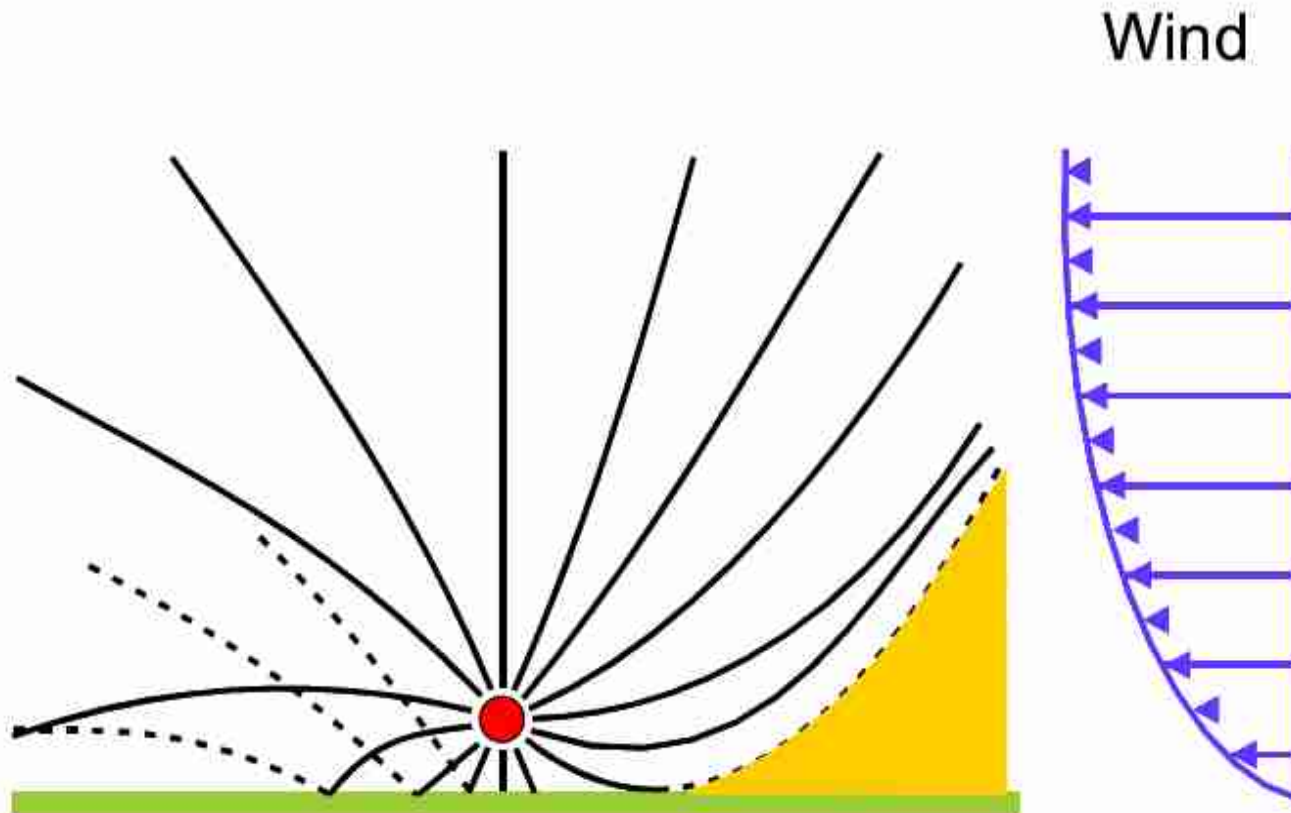


Figure 1

*Illustration of wind influence on sound propagation:
Upwind of the source a shadow zone (hatched) occurs.*

Výpočet hluku VE

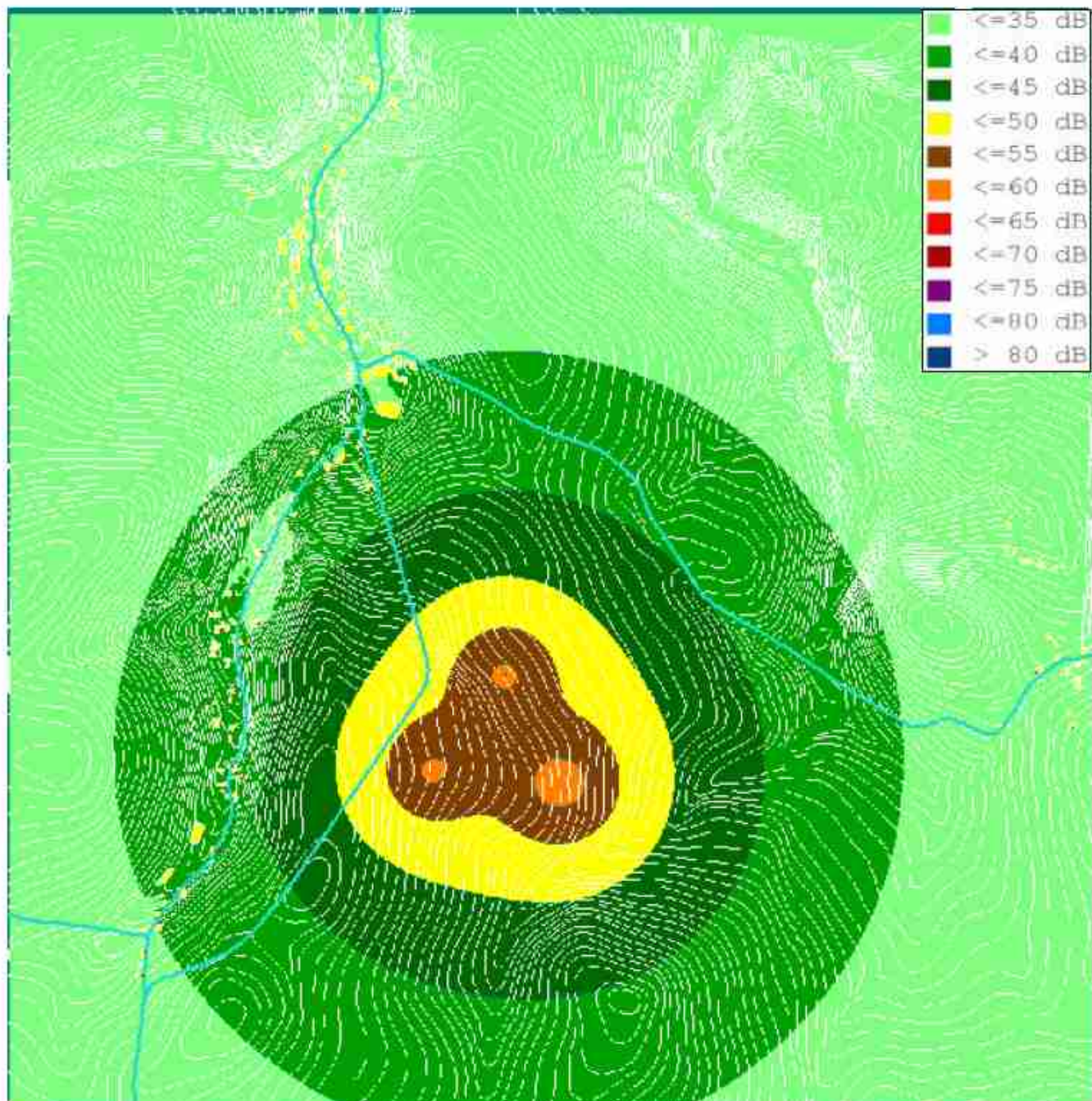
- speciální metodika neexistuje
- postupuje jako u prům. zdrojů (ČSN ISO 9613-2)
- v souladu s ČSN EN 61400-11 je třeba zjistit (max.) emisní hladinu L_{wA} z měření nebo výrobcem garantovanou hladinu L_{wA}
- je třeba zvážit pohltivost terénu
- je třeba zvážit reliéf terénu
- je třeba zvážit reálnost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

Výpočet hluku VE

Problémy

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

Situace: stav 5 - 3 VE, VE S-03 plný výkon, VE S-02 a S-04 operační mod II -2 dB



Závěry

- systém limitů v ČR je přísnější než v EU (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 VE, redukce výkonu
 - obtížně kvantifikovatelné: „swish“ – tolerance 2 dB
 - „nekvantifikovatelné“, topograficky a meteorologicky podmíněné:
 - zástavba v údolí nebo za kopcem (u zástavby nefouká)
 - s výškou VE problémy rostou (van den Berg)
 - s vyšším počtem VE problém souběhu pulzů AM

Děkuji za pozornost

