

# Chiropterologie



Kurz IV

Tomáš Bartonička

Ústav botaniky a zoologie

Př MU

# Zvuk = mechanické vlnění

## Veličiny a jednotky:

- Rychlost šíření zvuku ( $c$ , m/s)  
ve vzduchu při 20°C 343 m/s, při 10°C 337 m/s
- Hladina akustického tlaku ( $L$ , dB)  
 $L = 20 \log (p/p_0)$
- Vlnová délka ( $\lambda$ , m)
- Frekvence (=kmitočet) ( $f$ , Hz)
- Perioda ( $T$ , s)

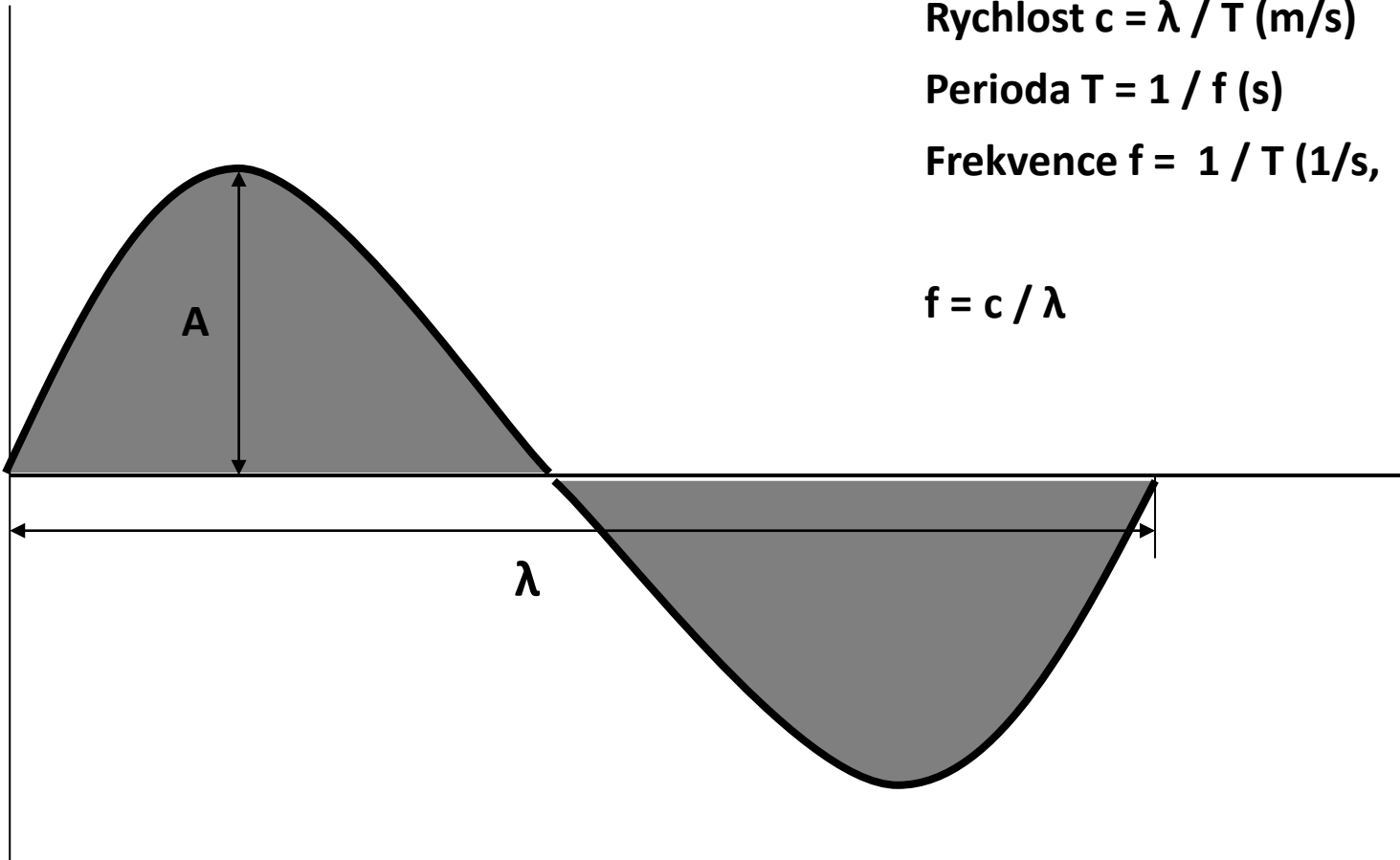
# Zvuk = mechanické vlnění

Rychlost  $c = \lambda / T$  (m/s)

Perioda  $T = 1 / f$  (s)

Frekvence  $f = 1 / T$  (1/s, ~ (k)Hz)

$f = c / \lambda$



- oblast vnímaná lidským uchem:  
16 Hz - 20 000 Hz (lidská řeč 1-3 kHz)
- ultrazvuk: nad 20 000 Hz
- echolokační signály našich netopýrů:  
14 – 110 kHz
  
- podstata a význam echolokace
- echolokace u vrápenců, netopýrů  
a některých kaloňů
- typy echolokačních signálů

# Parametry ultrazvukových signálů:

1) **tónová kvalita**

2) frekvence

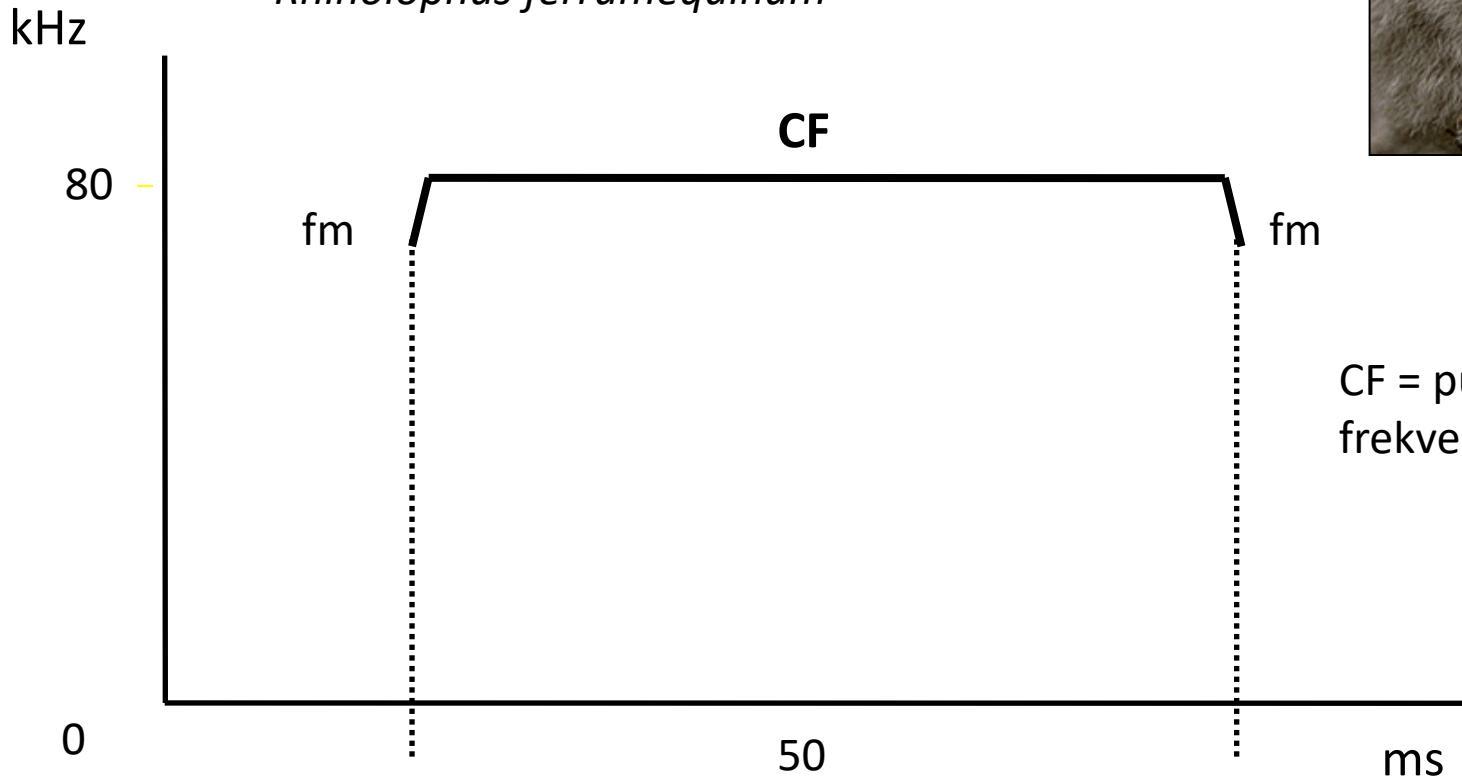
3) hlasitost

4) rytmus

# CF puls s fm okraji (fm-CF-fm)



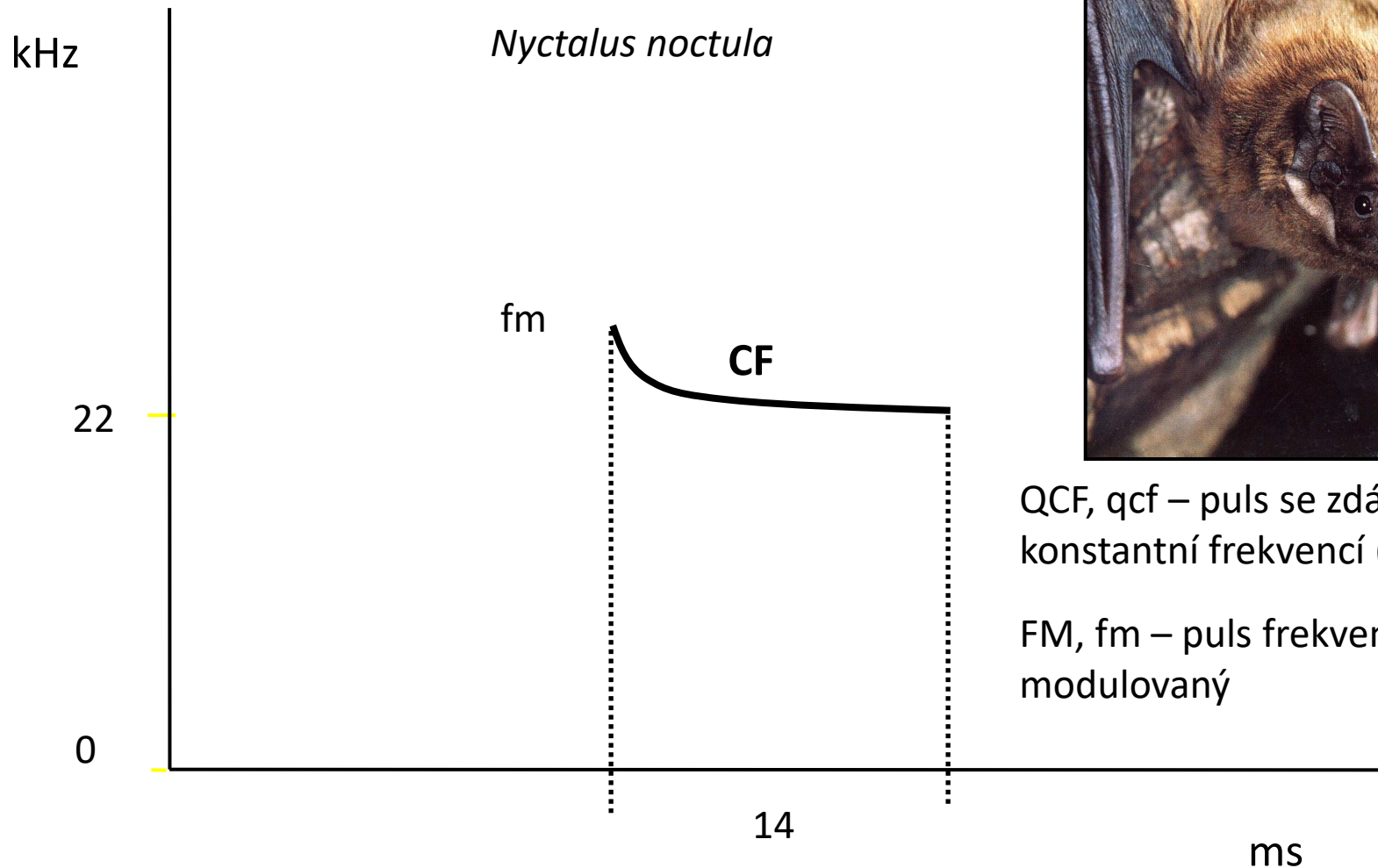
*Rhinolophus ferrumequinum*



CF = puls s konstantní frekvencí

*Taphozous*, Rhinolophidae, Hipposideridae, Emballonuridae

# QCF puls s fm začátkem (fm-CF)

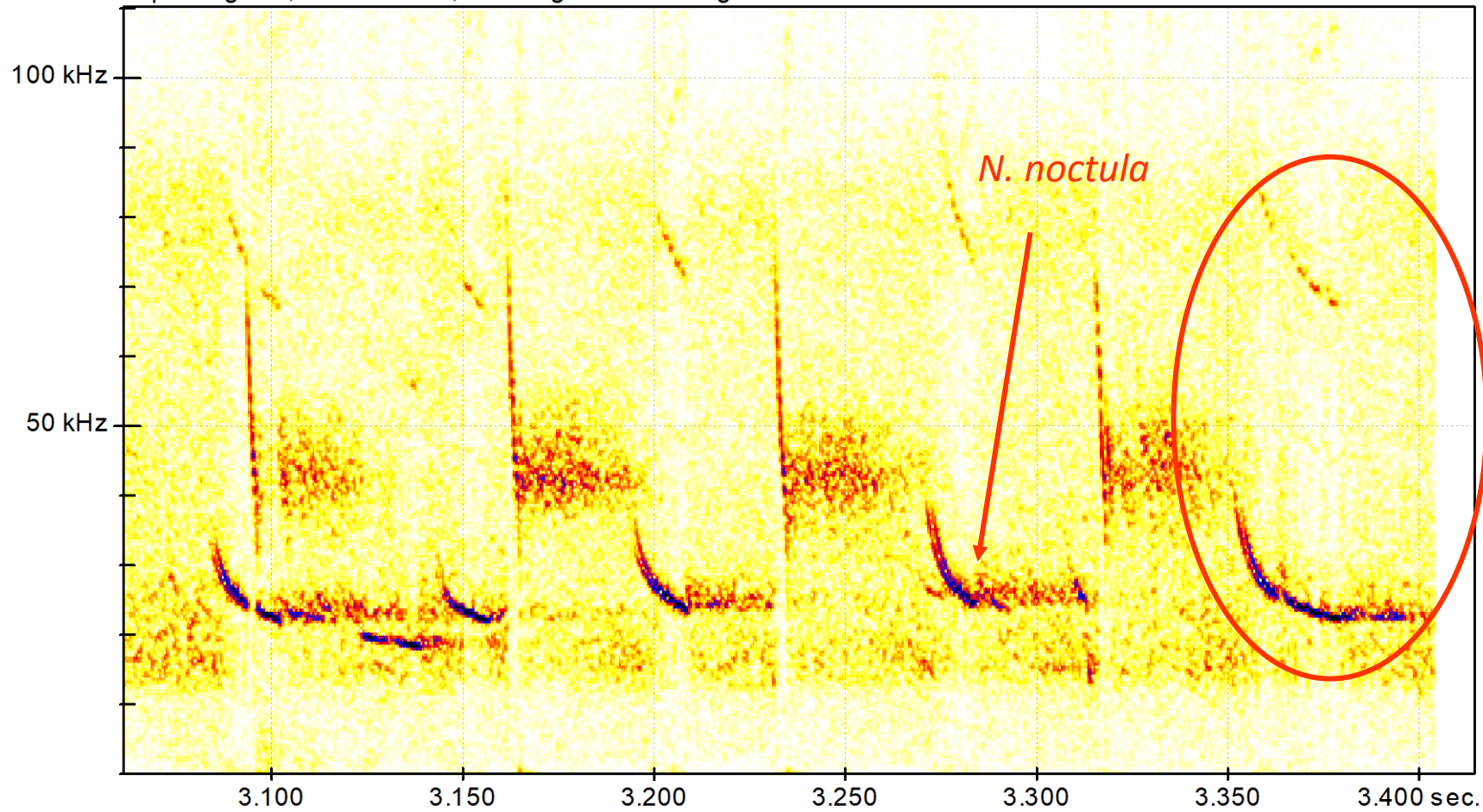


QCF, qcf – puls se zdánlivě konstantní frekvencí (quasi-)

FM, fm – puls frekvenčně modulovaný

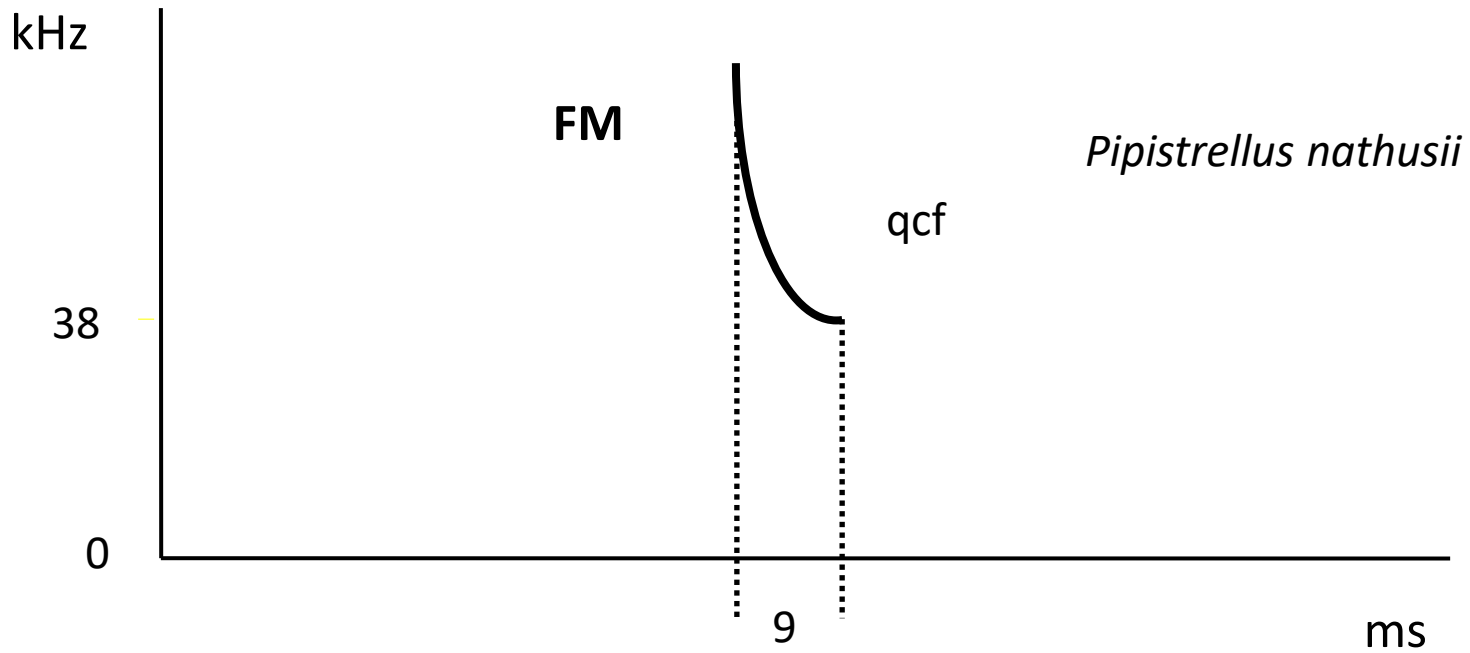
*Nyctalus*

Spectrogram, FFT size 512, Hanning window. - Right.

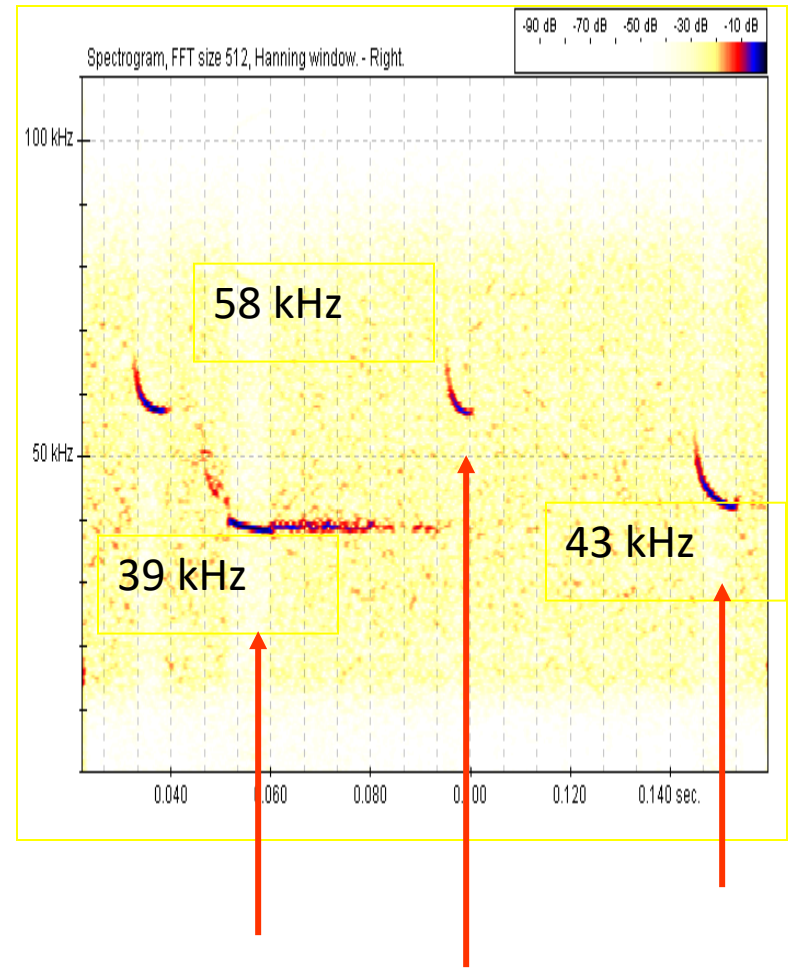
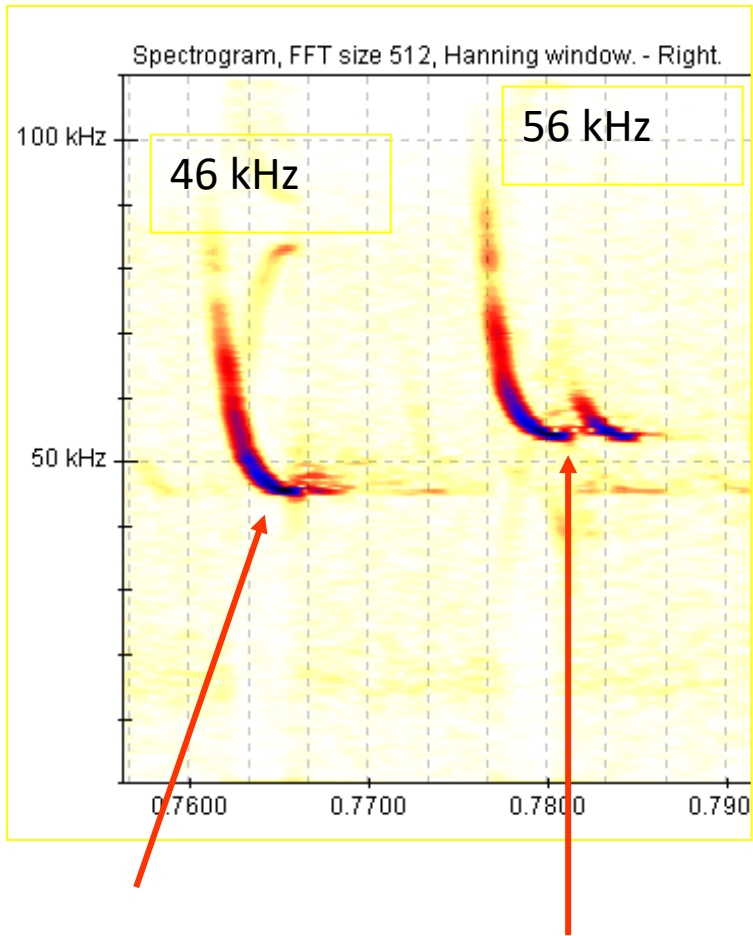




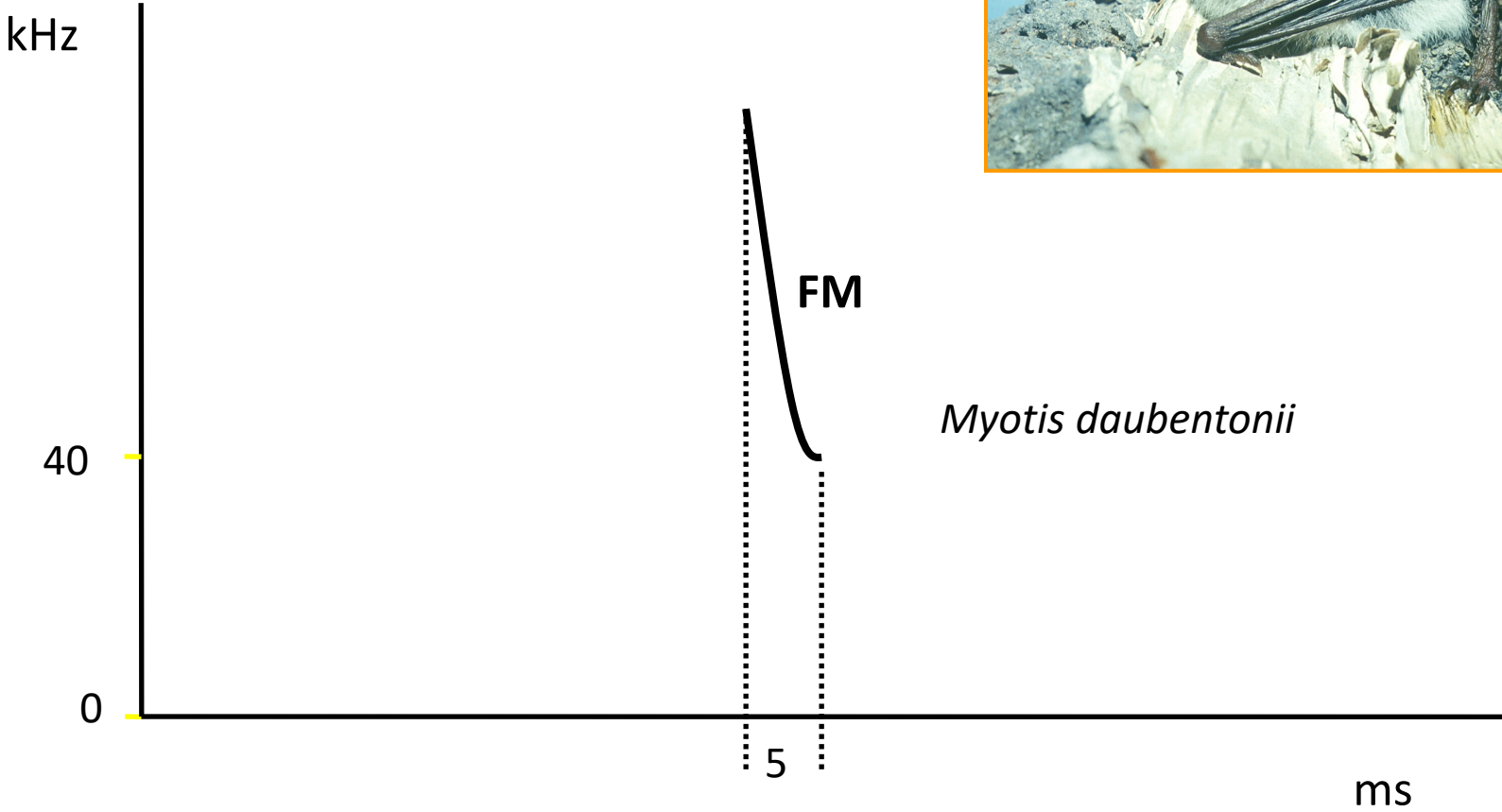
# FM puls s qcf koncem (FM-qcf)



*Eptesicus, Pipistrellus*



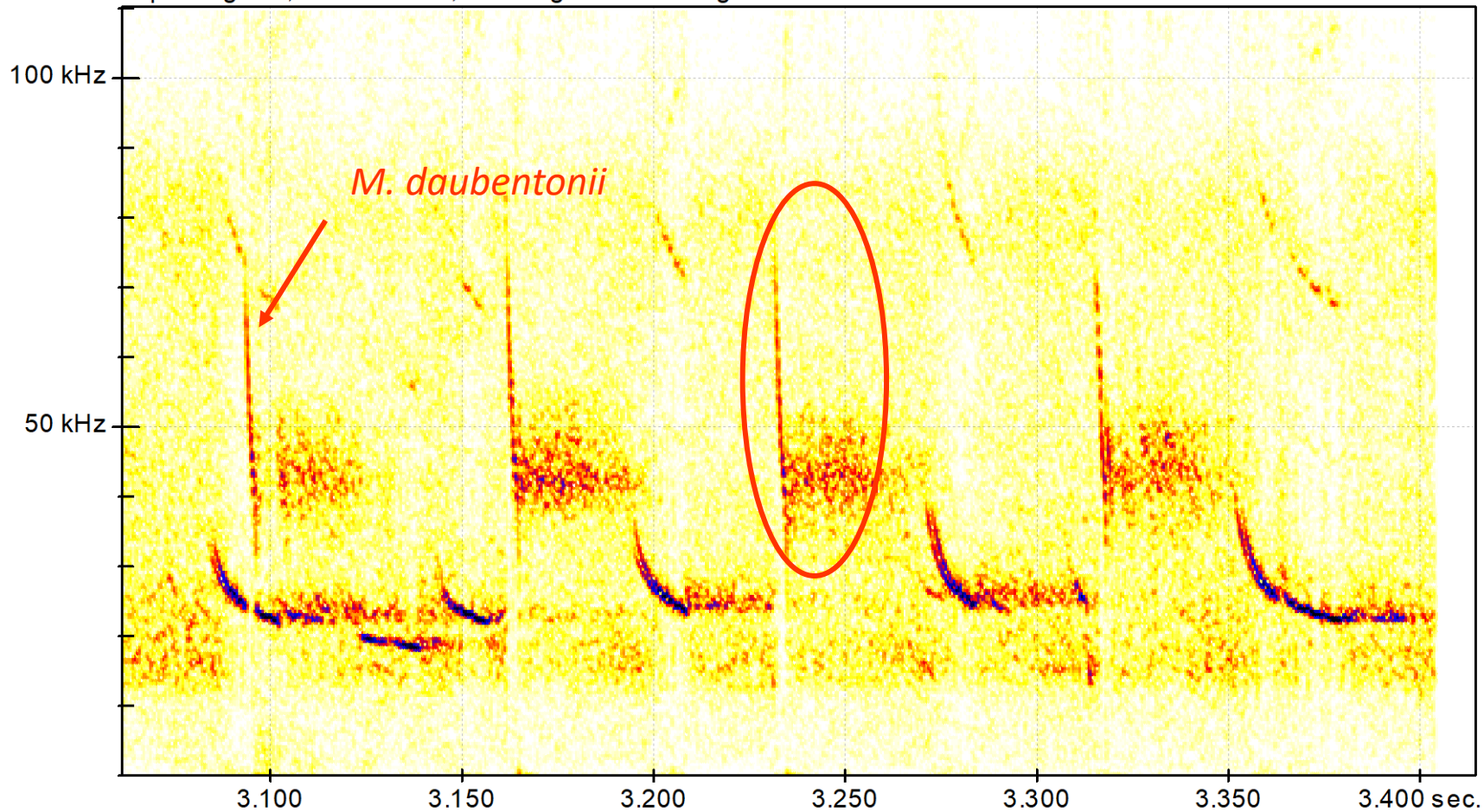
FM puls (FM)



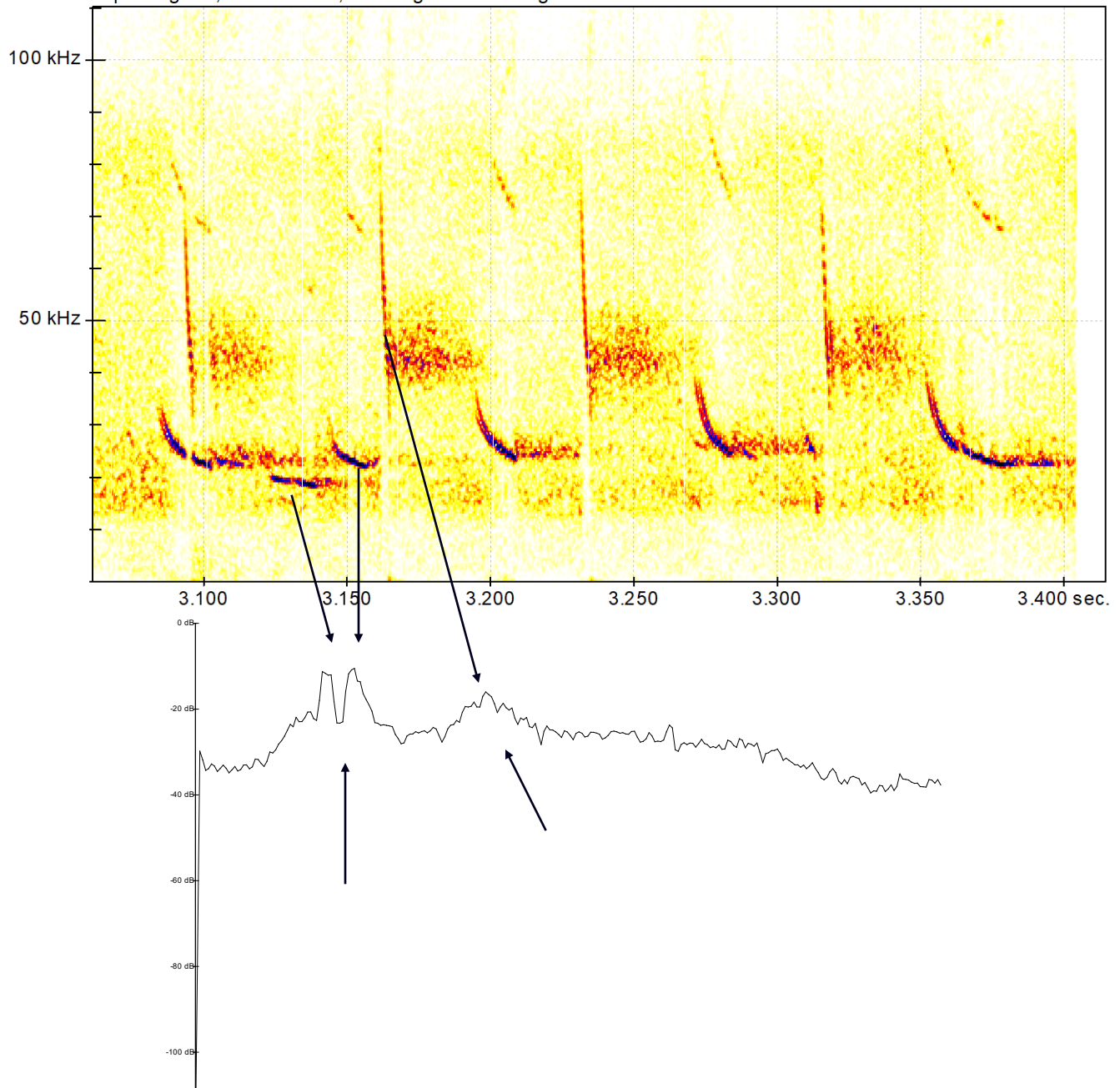
*Myotis daubentonii*

*Myotis, Barbastella, Plecotus*

Spectrogram, FFT size 512, Hanning window. - Right.



Spectrogram, FFT size 512, Hanning window. - Right.



Parametry signálu:

1) tónová kvalita

2) frekvence

3) hlasitost

4) rytmus

$$f_{\min} \sim f_{\text{end}}$$

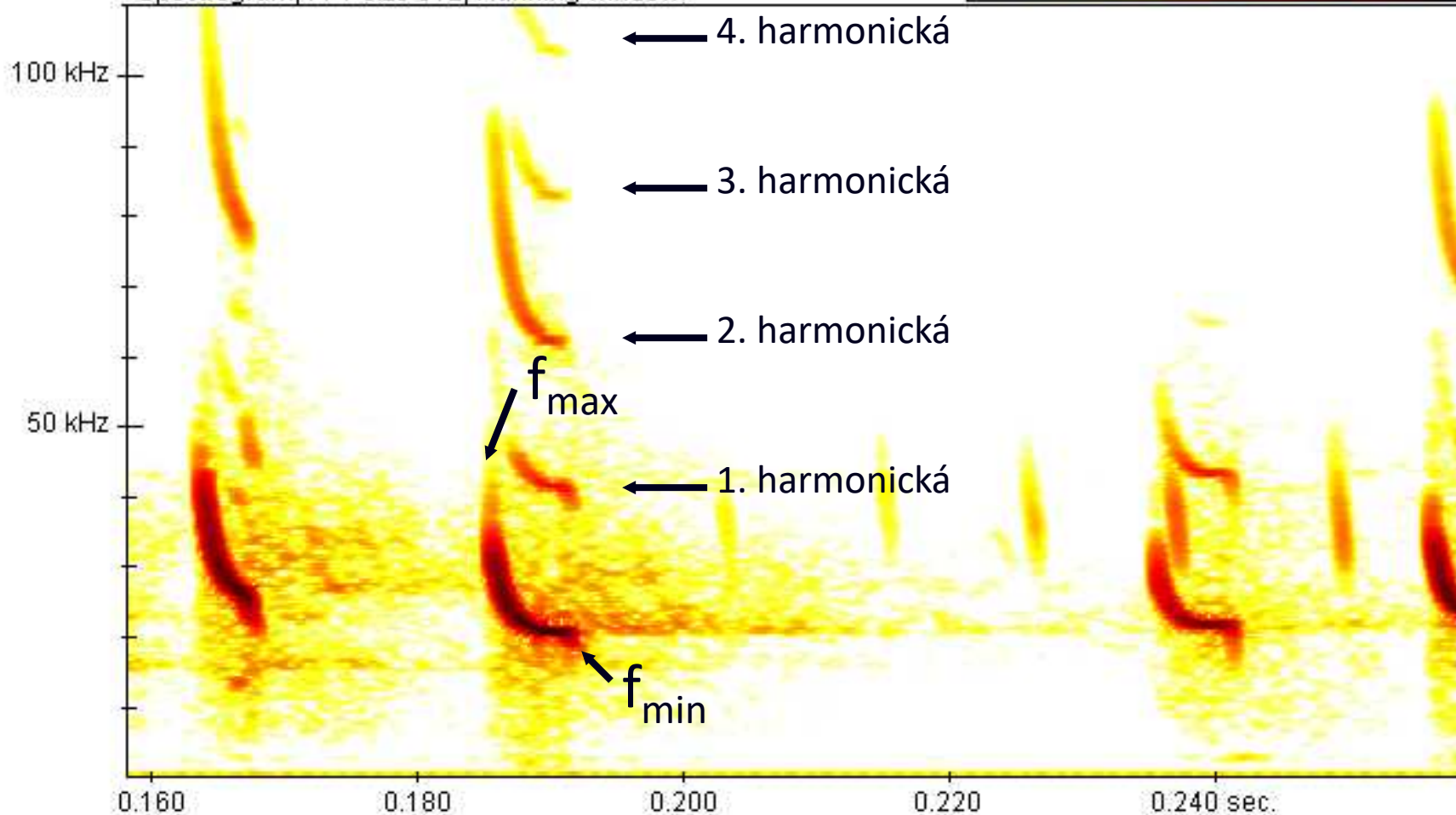
$$f_{\max} \sim f_{\text{start}}$$

frekvenční rozsah:  $f_{\max} - f_{\min}$

harmonické frekvence - násobky fundamentálních frekvencí, zpravidla nejsilnější signál je signál tvořený fundamentálními frekvencemi



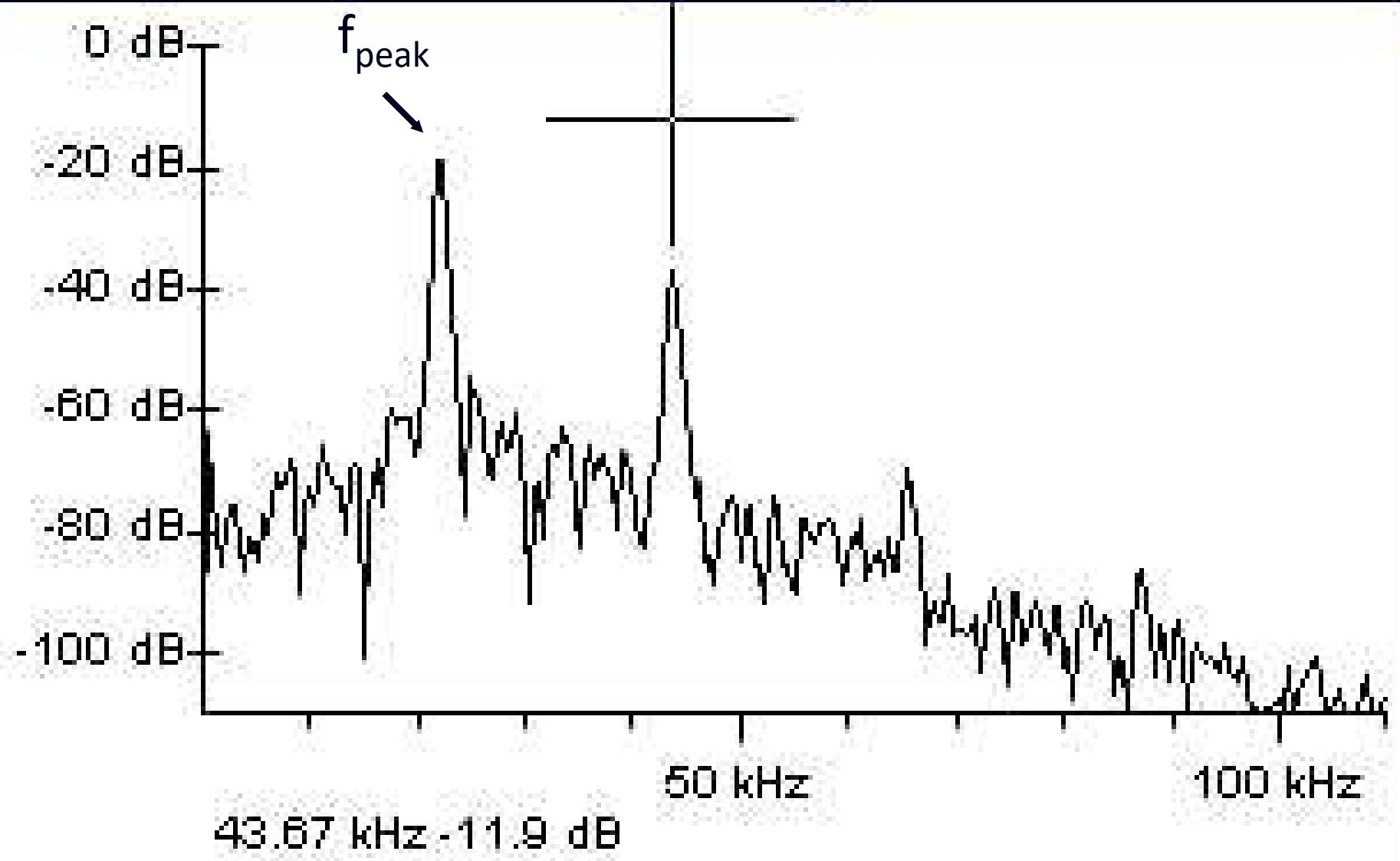
Spectrogram, FFT size 512, Hanning window.



Distribuce energie

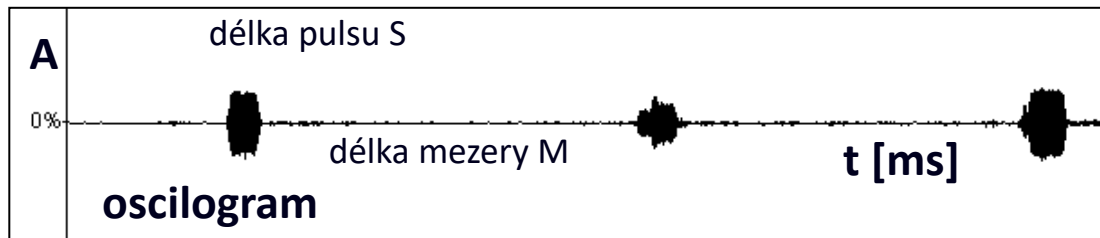
$f_{\text{peak}}$  17 - 200 kHz, max. energie

Power spectrum, FFT size 512, Hanning window. ✕

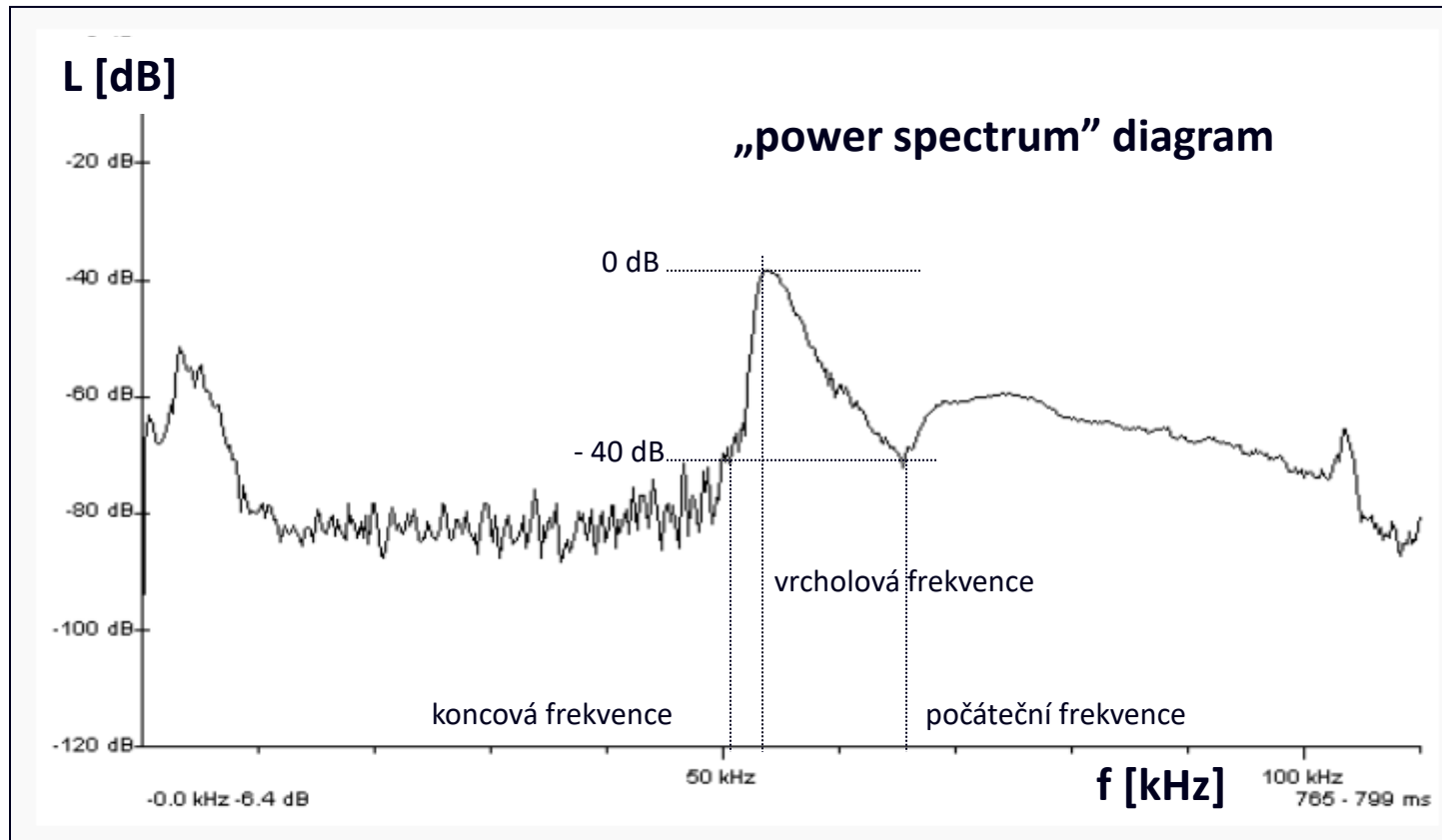




## časové parametry



## frekvenční parametry



Parametry signálu:

1) tónová kvalita

2) frekvence

3) hlasitost

4) rytmus

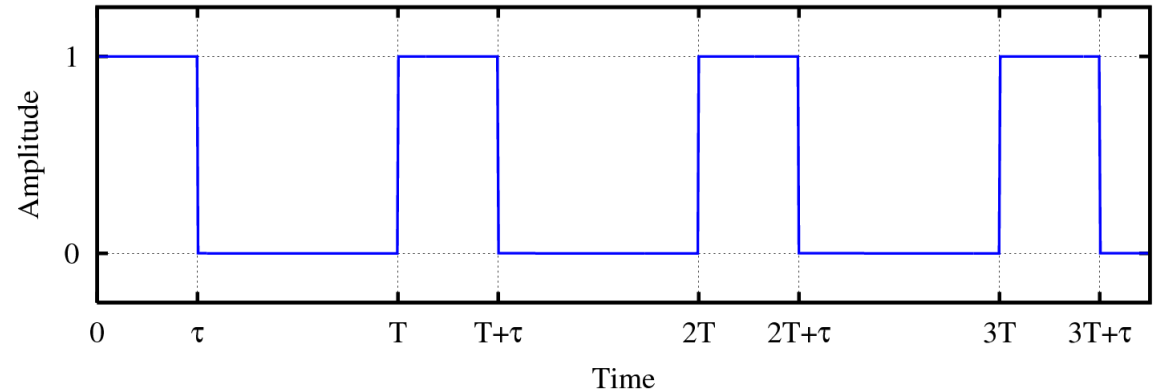
Amplituda ve vztahu k citlivosti mikrofonu detektoru ultrazvuku, směru a vzdálenosti letících netopýrů

„hlasité“ druhy: *Nyctalus* spp., *Eptesicus* spp., *Pipistrellus* spp., *Myotis daubentonii*, *M. dasycneme*

„tiché“ druhy: *Myotis nattereri*, *Plecotus* spp., *Rhinolophus* spp.

## Parametry signálu:

- 1) tónová kvalita
- 2) frekvence
- 3) hlasitost
- 4) rytmus



- délka signálu (S): 0,3 (krátké) - 200(dlouhé) ms  
FM 5 ms, FM-qcf 10 ms, fm-QCF 25 ms, fm-CF-fm nad 50 ms

- délka mezery (M)

- rytmus rychlý, pomalý

- rytmus pravidelný, nepravidelný

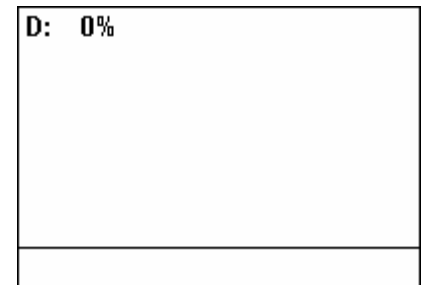
- opakovací poměr (repetition rate)

$$RR = \text{počet signálů} / t \text{ [1/s]}$$

duty cycle, střída

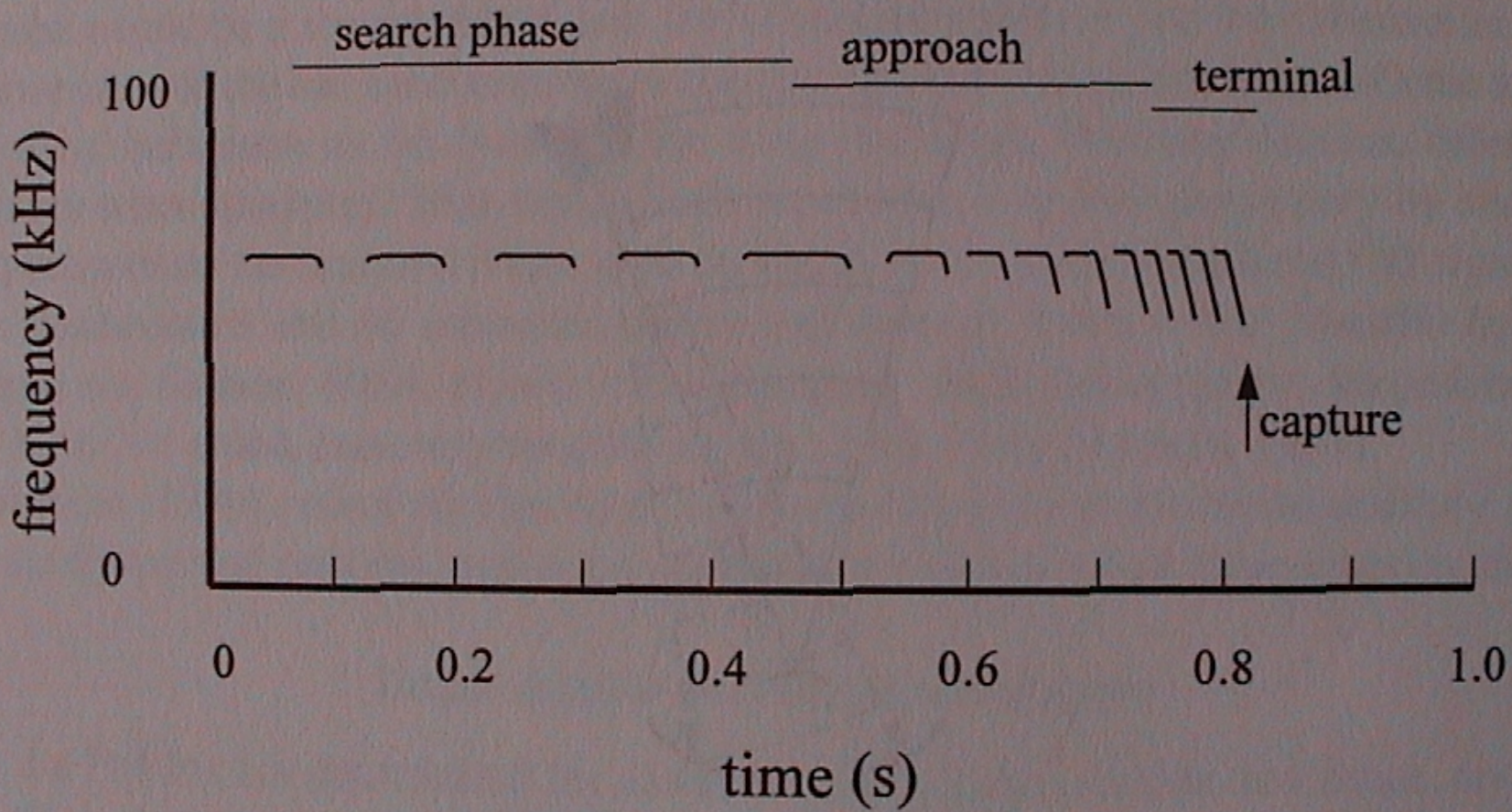
$$DC = 100 \cdot \Sigma S / t \text{ [%]}$$

$$DC = 100 \cdot S / S+M \text{ [%]}$$



## Fáze (typy) signálů:

- A) search calls - vyhledávací hlasy, druhově specifické a charakteristické, vyhledávání kořisti, dlouhé signály, nízký opakovací poměr ("repetition rate"), CF a FM složky
  
- B) approach calls - přibližovací hlasy, detekce kořisti, zkracování délky pulsů a jejich zrychlení, frekvence klesá, redukce CF složky, často sílí harmonické frekvence
  
- C) "feeding buzz" (terminal phase, potravní bzukot) - chytací signály, konečná fáze těsně před ulovením, velmi krátké signály, vysoký repetition rate



**Fig. 3.13.** Call structure during prey capture in a CF bat.

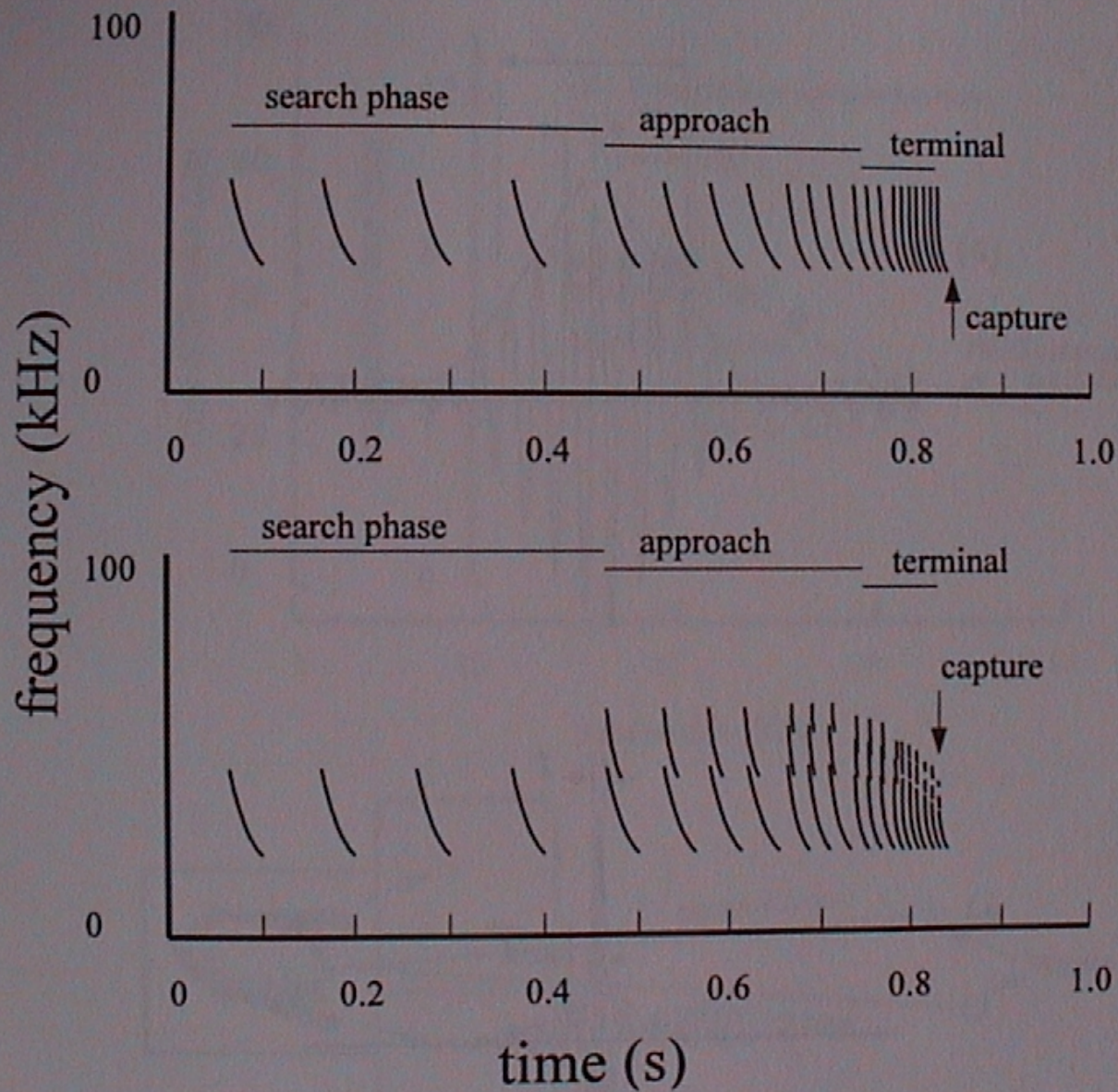
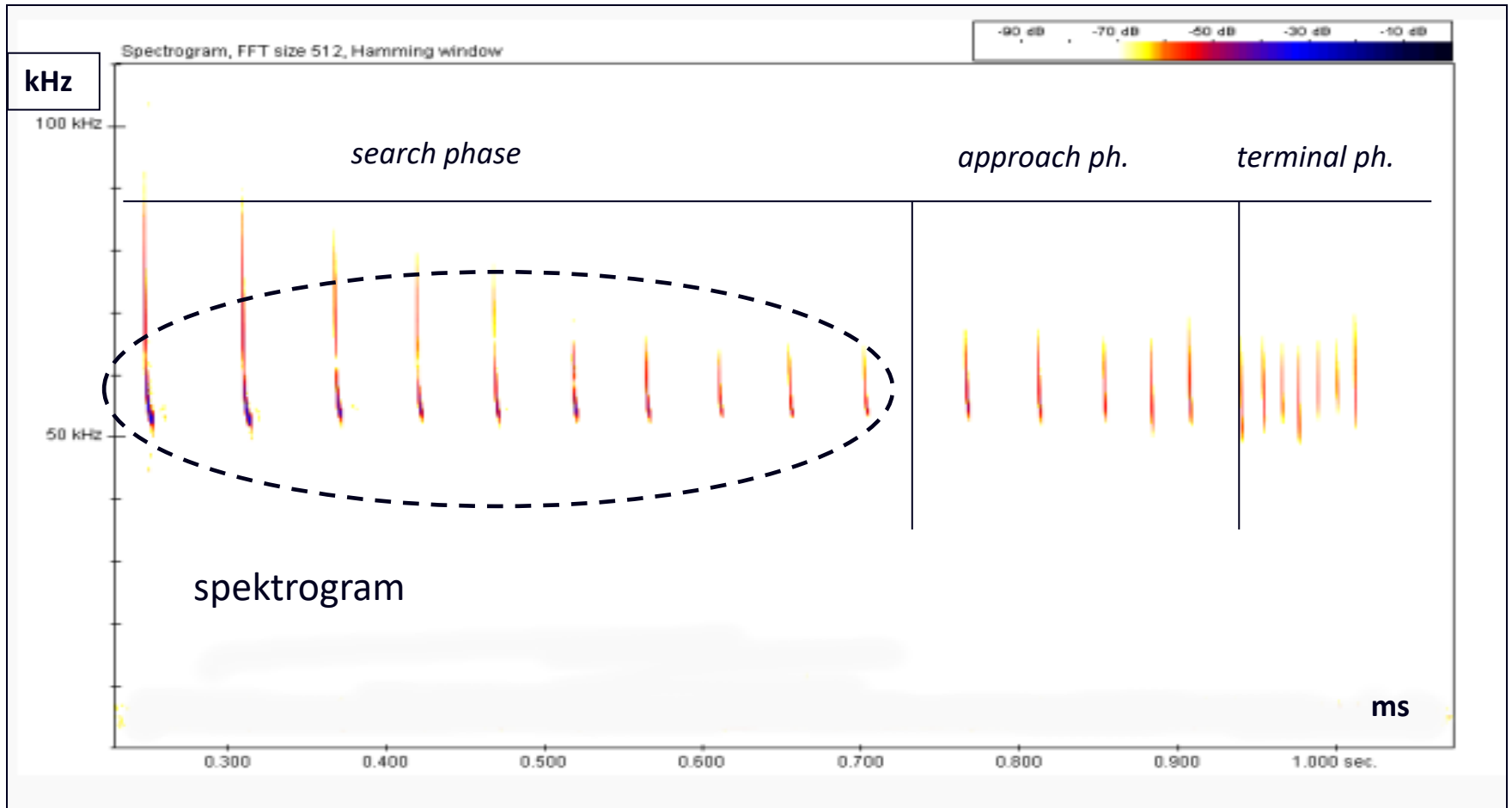
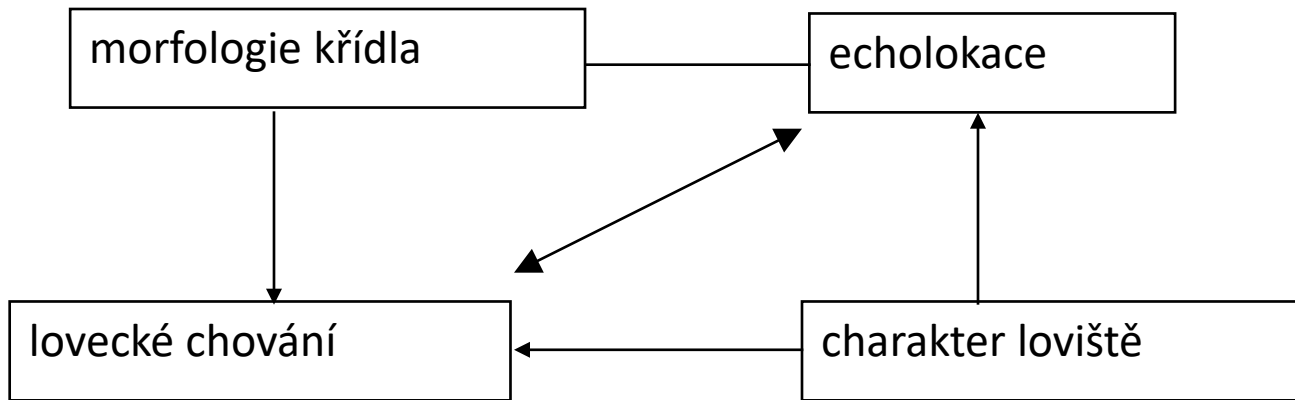


Fig. 3.8. FM echolocation call changes from search to capture. (a) Fundamental frequency only. (b) With harmonics.

# *Pipistrellus pygmaeus*



Echolokační signály a registrace jejich ozvěn jsou adaptovány na typ loviště a loveckého chování





# Lovecké strategie ve vztahu k echolokaci

## 1) dlouhé CF a úzkopásmové fm-QCF signály

- ❑ long-range detection - detekce 20 - 40 m, úzce modulované fm-QCF signály, dlouhé signály nad 10 ms, intenzivní hlasy, nízká frekvence (úspora energie na úkor přesnosti - málo informací o kořisti, zvýšení rozsahu f při přiblížení ke kořisti), rychle létající, lovící ve volném prostoru, **aerial hawking** (vysoké WL a AR), Tadarida, Taphozous, *Nyctalus noctula*

**Úzký vztah mezi tvarem křídla a charakterem signálů - při rychlém letu je detekce na velkou vzdálenost nezbytná**

- ❑ fluttering-insect detection, úzce směrové fm-CF-fm signály pro registraci pohybu kořisti (využívá Dopplerova efektu), slabá intenzita hlasů, malý dosah (1-3 m), vysoká frekvence (1. harmonická), v uzavřených biotopech absorbujících ultrazvuk (v korunách stromů), **hovering** (nízké WL, různé AR), Rhinolophidae, Hipposideridae, *Rhinolophus hipposideros*

## 2) krátké širokopásmové FM a FM-qcf signály

Rozpoznávání vzdálenosti kořisti, v blízkosti pak i rozlišení povrchové textury měřením zpoždění odraženého signálu. Různá morfologie křídla (různé WL a AR) - např. *Pipistrellus* spp. v. *Plecotus* spp.

Echolokace a létací aparát se vyvíjel nezávisle na sobě v souvislosti s rozvojem rozmanitých loveckých strategií, jejich korelace je sekundární

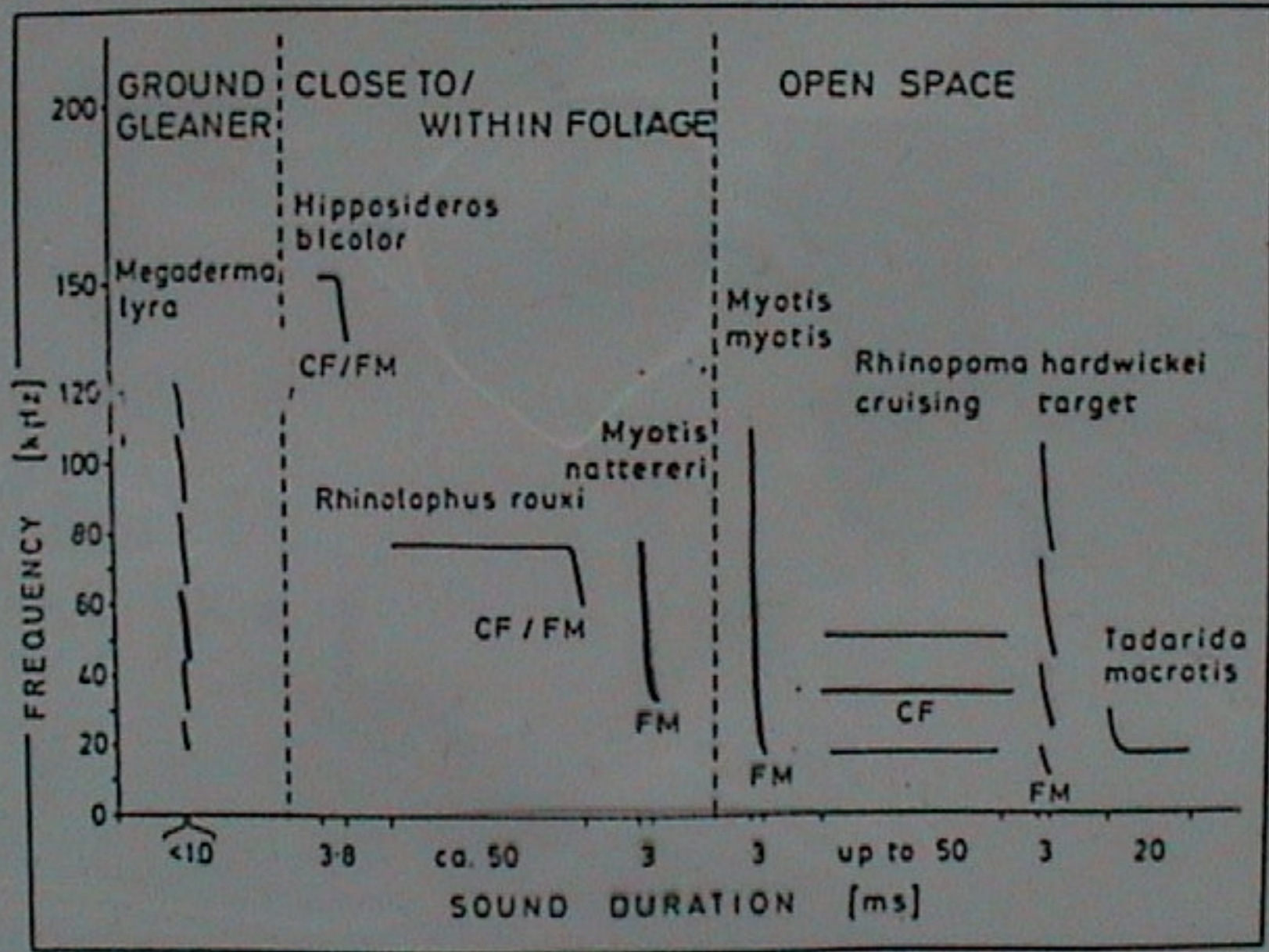
- **hovering a foliage gleaners** - velmi krátké signály (<2 ms, echo se nesmí překrývat s emitovaným signálem) v uzavřených biotopech (v korunách stromů), detekce kořisti do 1 m, vysoké manévrovací schopnosti (nízké WL a AR, zaokrouhlená křídla), *Plecotus* spp.
- **ground gleaners** - velmi krátké signály velmi nízké intenzity (aby unikly kořisti schopné registrovat ultrazvuky), využití harmonických frekvencí (přesné „ohmatání“ okolního prostoru), často vypnutí echolokace a poslouchání kořisti, *Megaderma lyra*

## 3) kombinace obou typů

Adaptace na konkrétní situaci (chování, biotop), např. *Rhinopoma hardwickei* při přeletu používá CF signály s harmonickými frekvencemi (nejsilnější 1. harmonická jako u našich vrápenců), při pronásledování kořisti přechod na krátké FM signály opět s harmonickými frekvencemi

## Lovecké strategie ve vztahu k echolokaci u čeledi *Vespertilionidae* (Fenton 1986)

- ❑ rychle létající, loví ve volném prostoru, úzce modulované fm-QCF signály, detekce do 20 m, dlouhé signály nad 10 ms, intenzivní hlasy, *Nyctalus noctula*
- ❑ pomaleji létající, loví při okrajích porostů, kolem korun stromů nebo v blízkosti vody, intenzivní hlasy, ale široce modulované o vyšší frekvenci, FM-qcf, délka signálu do 10 ms, detekce kořisti do 1 m, *M. daubentonii*, *N. leisleri*, *P. pipistrellus*, *E. serotinus*, *B. barbastellus*, *M. nattereri*
- ❑ létající v uzavřeném prostoru - v korunách stromů, sběrači z povrchů, pomalý nepravidelný let, výborné manévrovací schopnosti, slabé hlasy o nízké intenzitě, velké frekvenční rozpětí, krátké signály do 1 ms, *Plecotus* spp., *M. bechsteinii*



# Detektory ultrazvuku a metody jejich využití ve výzkumu netopýrů

# UTZ detektor

- ultrazvukový mikrofon
- elektronické zařízení převádějící signál
- reproduktor
- baterie

# Typy detektorů

- heterodynovací
- frequency division
- time expansion

# Výhody a nevýhody heterodynovací

Signál zachycen ultrazvukovým mikrofonom a smíchán s výstupem vysokofrekvenčního oscilátoru v detektoru netopýrů. Vzniká tak zvuk, který je součtem a rozdílem obou frekvencí. Pokud je tedy detektor nastaven na 50 kHz a příchozí signál netopýra má  $F_{\text{peak}}$  49 kHz, pak rozdíl činí 1 kHz, který můžeme slyšet.

- vysoká senzitivita
- určitelnost
- zachování typu signálu (FM, CF atd.)
- může být doplněn o skanování
- levný
- omezen jen na část frekvencí
- manuální ovládání ladění
- neanalyzovatelný záznam



# Výhody a nevýhody frequency division

dělí přicházející frekvence obvykle deseti, čímž se zvuky dostanou do rozsahu lidského sluchu (např. z 50 kHz se stane 5 kHz).

- širokopásmový
- analyzovatelný
- reálný čas
- omezené rozlišení frekvencí
- analyzovatelný záznam s omezením (nezaznamenaná harmonické frekvence)

# Výhody a nevýhody

time expansion

- všechny charakteristiky signálu zachovány pro analýzu
- částečná určitelnost
- širokopásmový
- délka doby ukládané do paměti
- nereálný čas
- vysoká cena

Holgate

HET



QMC mini

HET



Skye Inst

HET



D 100

HET



D 200

HET



D230

HET+FD





D 200



D 230



D 240



D 240x



Holgate

HET





D 980

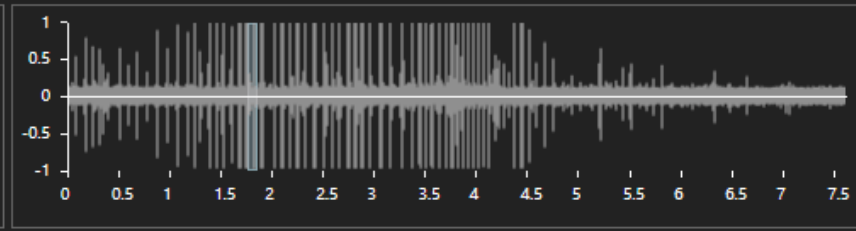
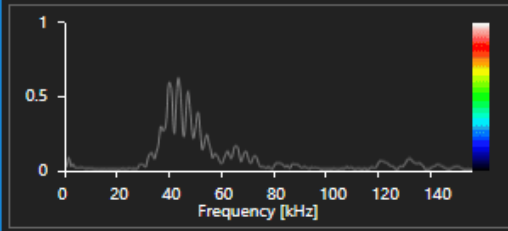
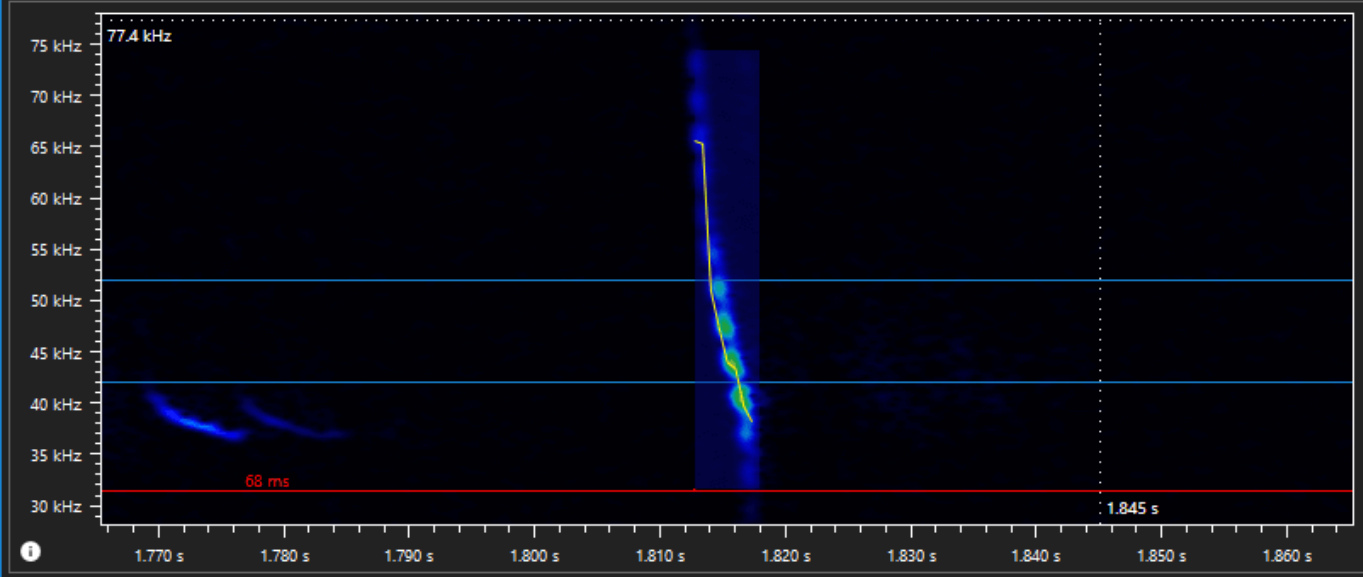
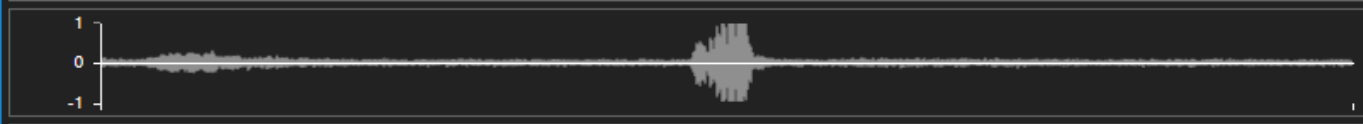
HET+FD+TE



# Elekon AG, Swiss, batlogger



Recorded: 28.09.2014 21:57:55, 7.62s, Quality: 56.9% Species: **Myotis daubentonii** Suggest Species...

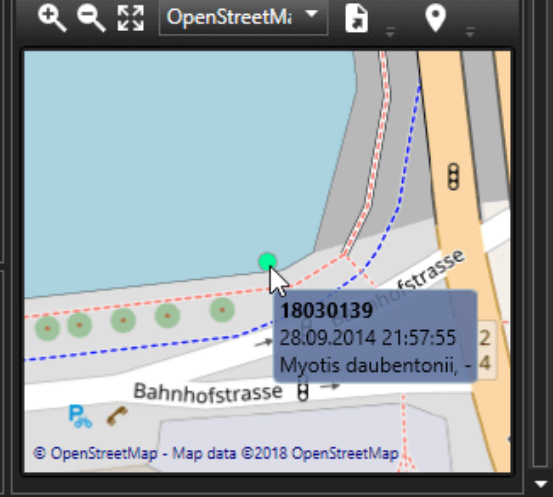


Notes

Recording

Caption	Value
Device	BATLOGGER M
Firmware	2.3.3
SN	1803
Filename	18030139.wav
DateTime	28.09.2014 21:57:55
Duration	7 Sec
Samplerate	312500 Hz
Temperature	18 C

Map



Luzern\_RG\_Magali\_140928 - BatExplorer

File Edit View Tools Project Help

Home Start Page Mixer Auto 48

Luzern\_RG\_Magali\_140928 - BatExplorer

File Edit View Tools Project Help

Project Info: Luzern\_RG\_Magali\_140928

Project: Luzern\_RG\_Magali\_140928 # Recordings: 293

Created: 02.10.2014 # Calls: 5709

Path: E:\BATLOGGER\140928\_Luzern\_RG\_Magali\Luzern\_RG\_M Tot. length: 1624.1 s

Notes:

18030119

Location: Bahnhof  
Length: 4.22 s  
Calls: 8  
Peak Freq: 24.4 kHz  
Species: **Nyctalus leiserli**  
Suggest Species...

18030120

Location: Bahnhof  
Length: 6.43 s  
Calls: 15  
Peak Freq: 24.9 kHz  
Species: **Nyctalus leiserli**  
Suggest Species...

18030121

Location: Bahnhof  
Length: 2.61 s  
Calls: 11  
Peak Freq: 48.1 kHz  
Species: **Pipistrellus nathusii**  
Suggest Species...

18030173

Location: Wasserturm, Kapellbrücke, Neustadt, Lucerne, Luzern, 60  
Length: 1.51 s Rec quality: 14.5 %  
Calls: 3 —  $\emptyset$ Length: 14.4 ms,  $\emptyset$ Distance: 606 ms, cf-e(2),  
28.09.2014 22:03:48

18030174

Location: Bahnhofstrasse 6-7, 6003 Luzern, Switzerland  
Length: 1.55 s Rec quality: 17.9 %  
Calls: 7 —  $\emptyset$ Length: 1.0 ms,  $\emptyset$ Distance: 123 ms, fm-l(7),  
28.09.2014 22:03:55

18030175

Location: Peter Pan, Bahnhofstrasse, Neustadt, Lucerne, Luzern, 60  
Length: 17.66 s Rec quality: 37.1 %  
Calls: 35 —  $\emptyset$ Length: 2.0 ms,  $\emptyset$ Distance: 562 ms, fm-l(15),cf-  
28.09.2014 22:03:57

Filter recordings

Calls / Spectrogram

BATLOGGER

Caption	Value
Trigger	
Mode	Crest Adv
Version	V1.0
Event	AutoTriggered
Pre trigger time	500 ms
Post trigger time	1000 ms
Crest	Triggered on 9, min. 7
Frequency	Triggered on 38 kHz, r

Recording Notes

Map

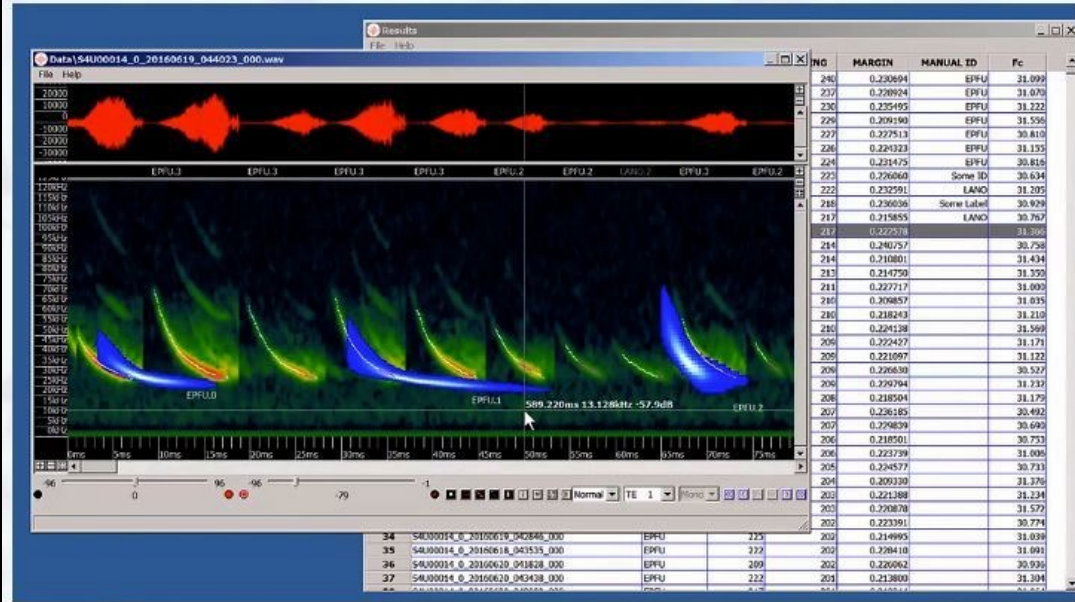
OpenStreetMap

Tracks

# Wildlife Acoustics, USA



# Kaleidoscope Pro





# Labmaker, Audiomoth

**Pre-order: Next Delivery in Feb-2022**



Englishme | Online an...

**LABMAKER**

Neuroscience ▾ Earth & Ecology Biotechnology

USD ▾ 🔍 🛒 0

Founding developers Alex Rogers, Andrew Hill, Peter Prince

**Pre-order: Next Delivery in Feb-2022**



\$84.00 USD

Quantity

Single ▾

Qty

1

**Add to Cart**

Accessories for AudioMoth v1.2.0

Audiomoth IPX7 Case - \$39.99 USD (details)

Founding developers Alex Rogers, Andrew Hill, Peter Prince

**SHARE**

The AudioMoth was created by two computer science PhD students at the University of Southampton, Andrew Hill and Peter Prince, together with [Alex Rogers](#), a computer science professor at the University of Oxford. The AudioMoth is the first product of their [OpenAcousticDevices](#) initiative.

[Documentation](#)

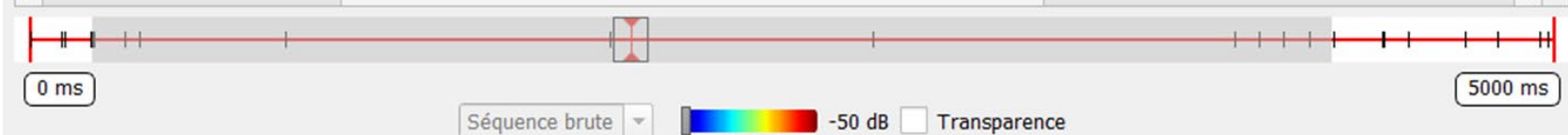
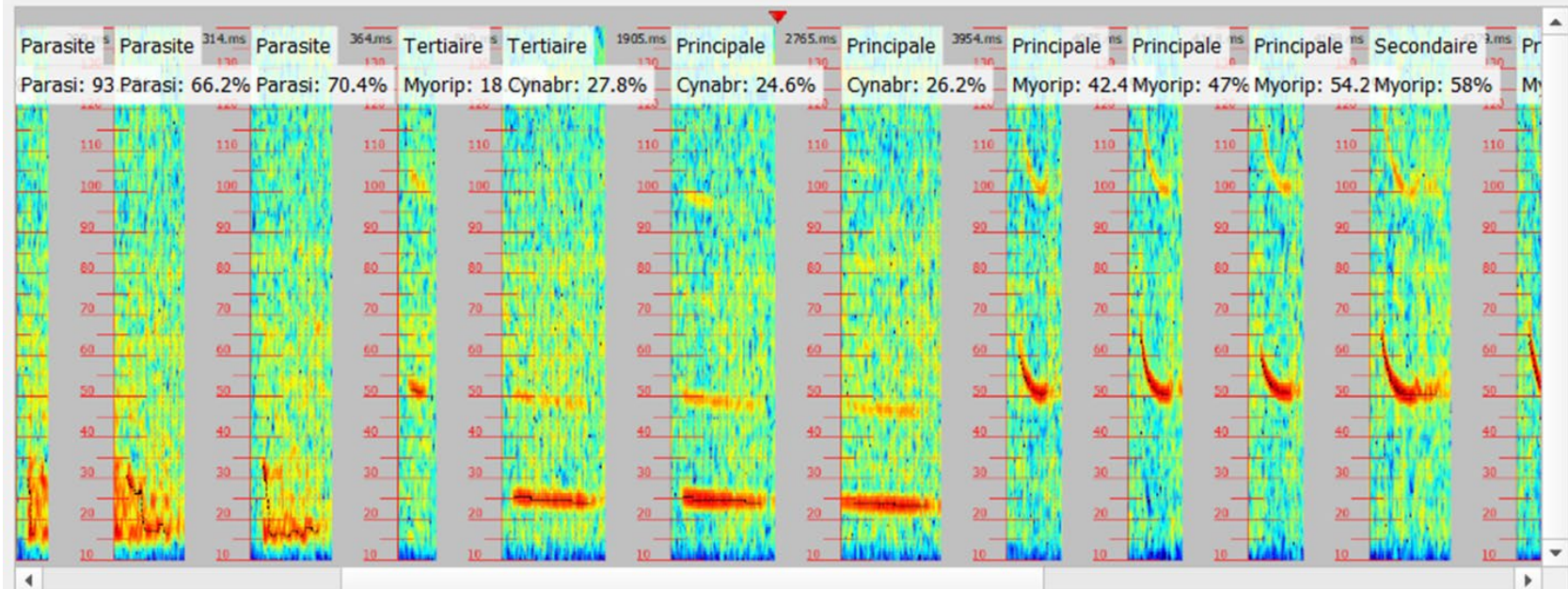
[Source Code](#)

[Forum](#)

# Sonochiro, France

Sonoview

Fichier Préférences Langue ?



	Fichier	Val.	ID	Contact	Groupe	IGp	Espèce	ISp	Cris	Fdom	Fmin	IntMed	IQua
		filtre	filtre	filtre	filtre	filtre	filtre	filtre	filtre	filtre	filtre	filtre	filtre
1	Test15s_par...		Vessp	Principale	Vessp	9	Myorip	5	13	23	23	43	7
2	Test15s_par...		ChiroSp	Secondaire	Molsp	2	Cynabr	2	4	50	50	0	7
3	Test15s_par...		Vessp	Principale	Vessp	10	Myorip	5	9	51	50	79	8

# Základní principy použití detektoru

Kdy ?

- během roku
- během noci

Kde ?

- loviště
- úkryty
- ochrana před klimatickými vlivy (vítr apod.)

# Typy výzkumu

- sledování jednoho druhu
- výzkum netopýrů v jednom biotopu
- vyhledávání úkrytů
- liniové transekty, bodová metoda
- faunistický výzkum části krajiny (např. obce)
- dlouhodobý monitoring – migrační chování