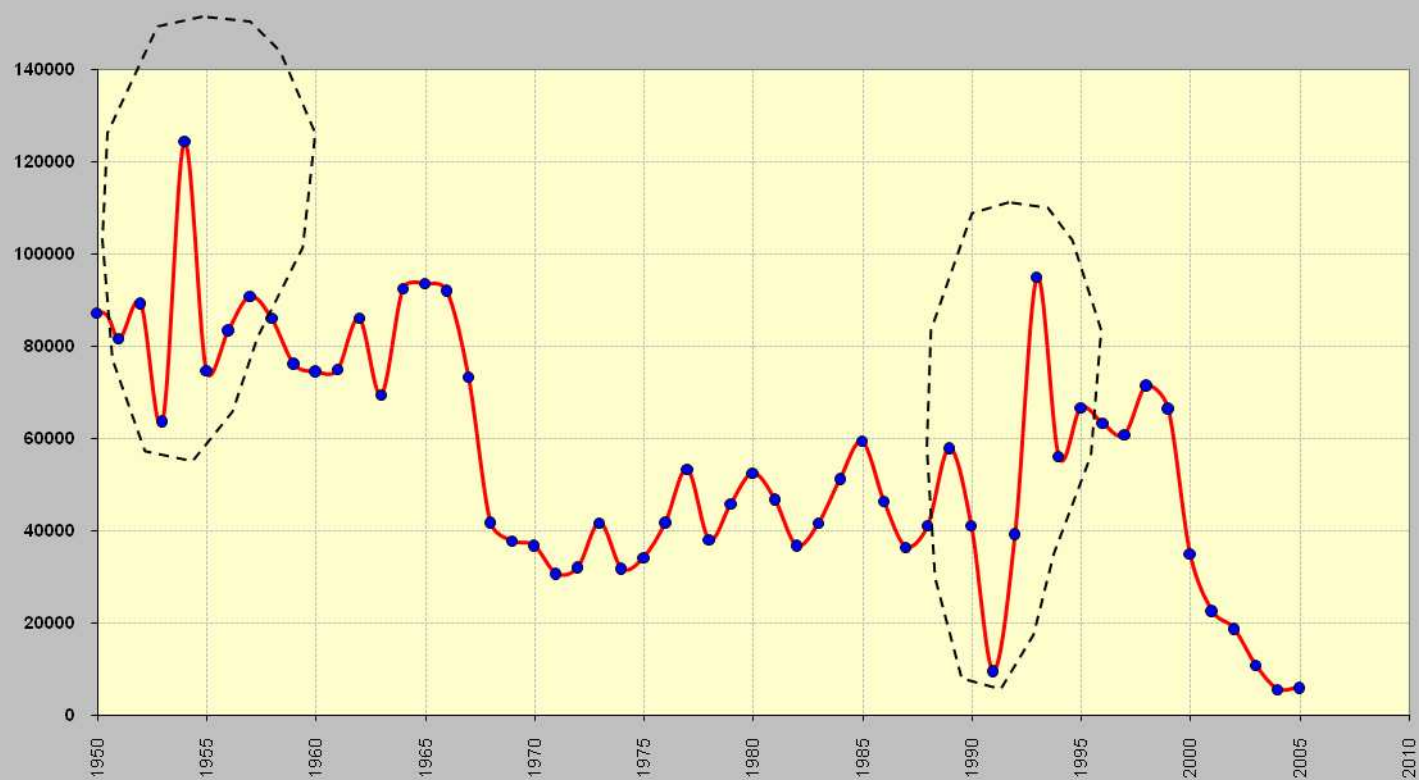


A.Škute, V. Bardačenko, A. Solomenikovs

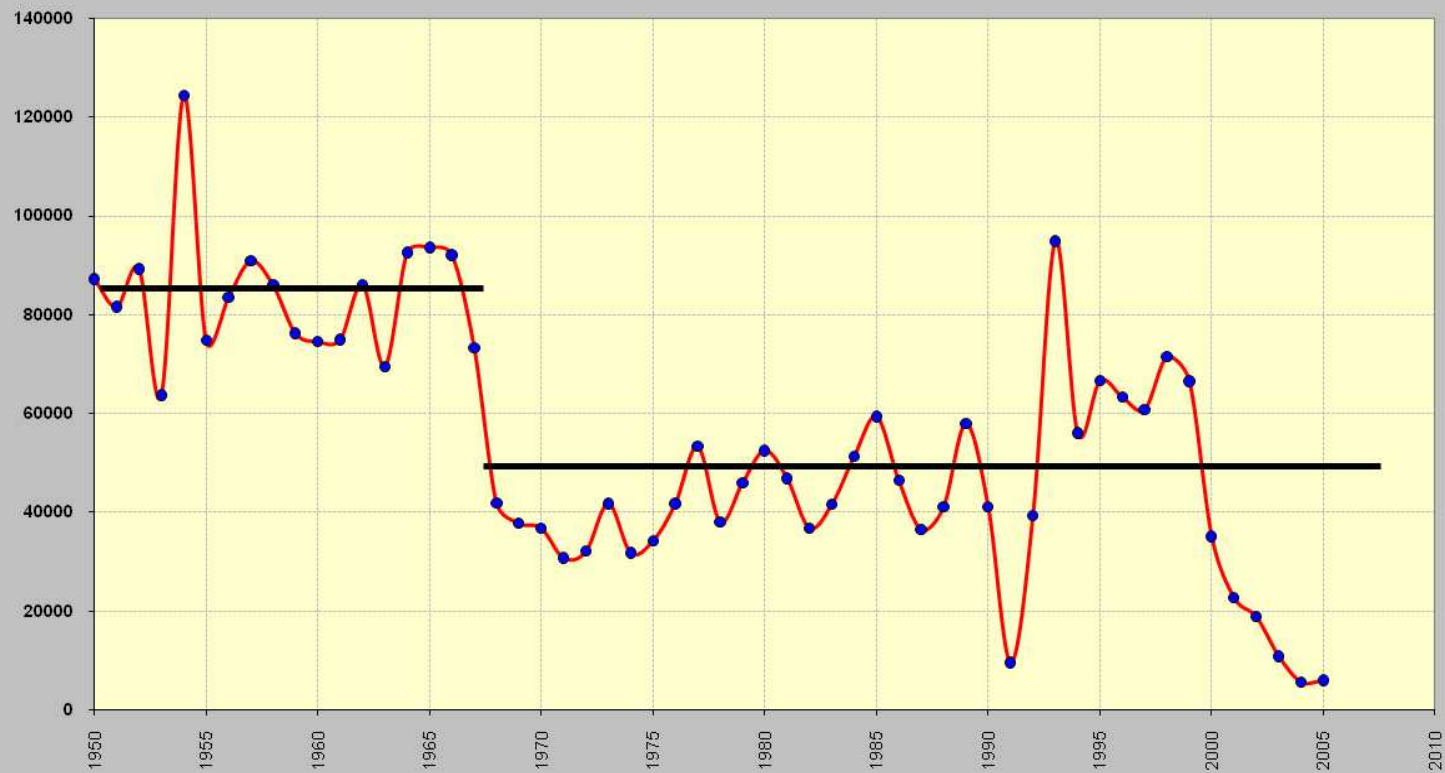
**Ihtiocenozes struktūras
izmaiņas Latvijas ezeros pēdējo
50 gadu laikā nozvejas un
klimata
izmainu kontekstā**

DU Ekoloģijas institūts

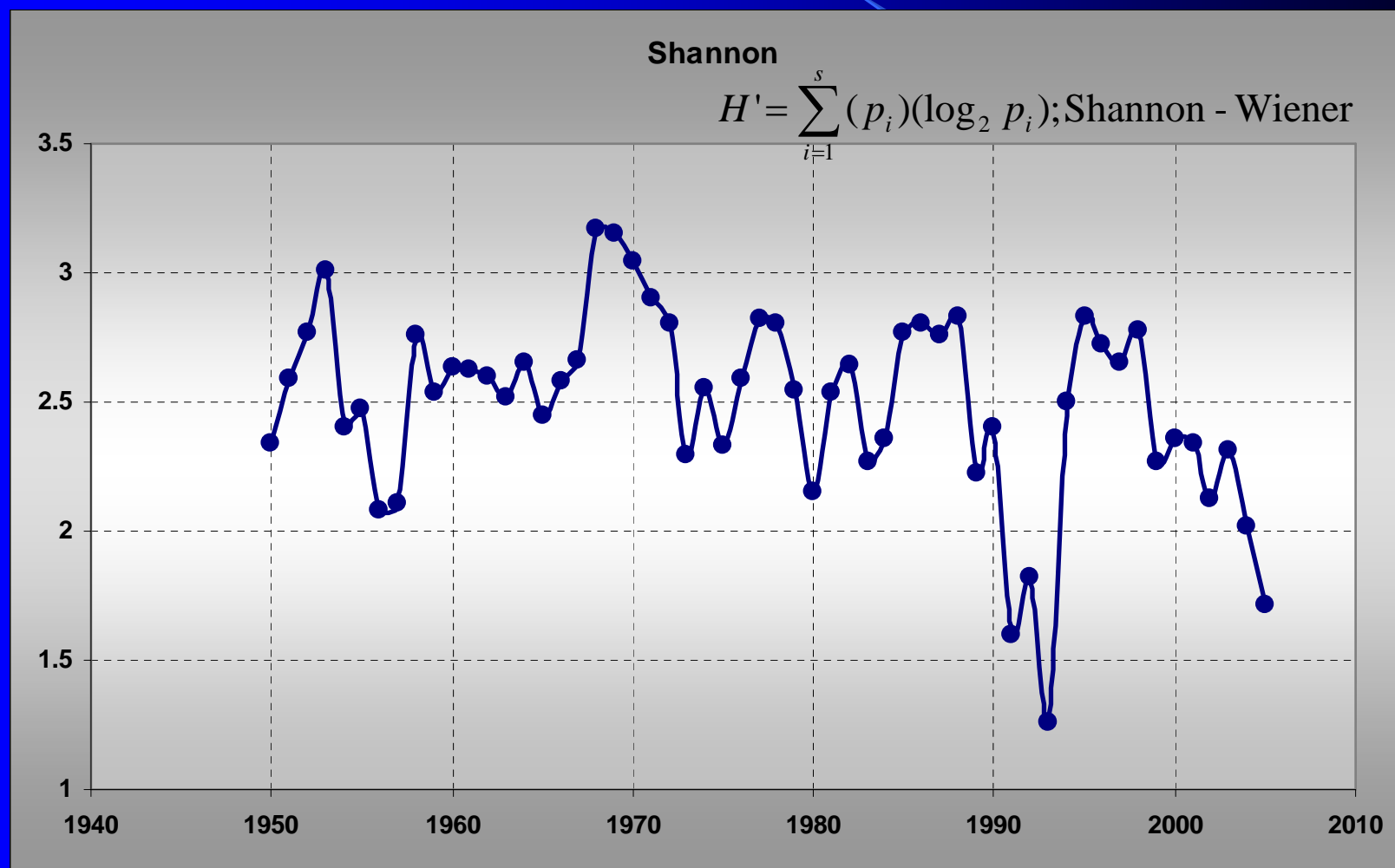
Nozveja Rāznas ezerā



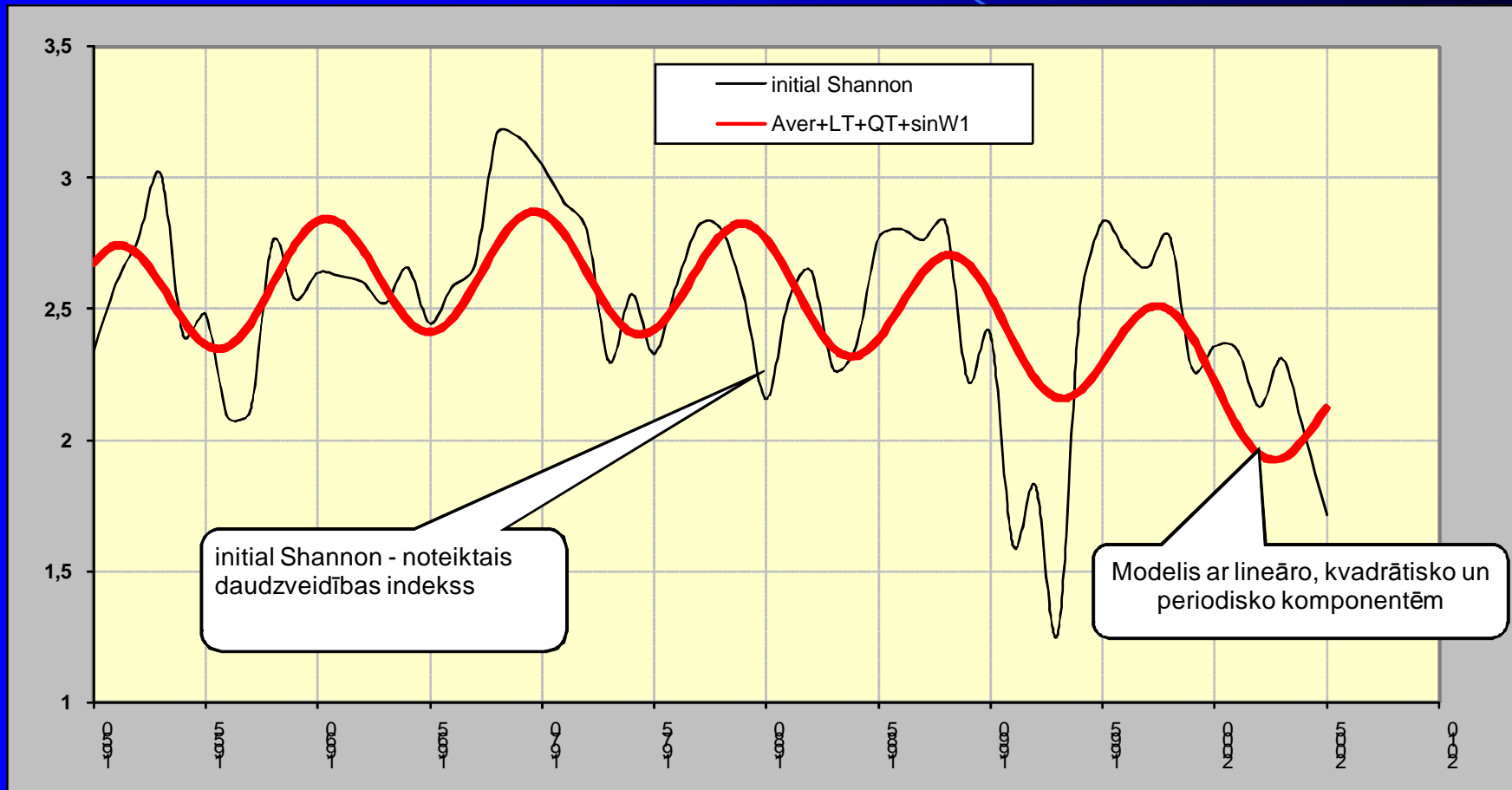
Nozveja Rāznas ezerā



Daudzveidības dinamika



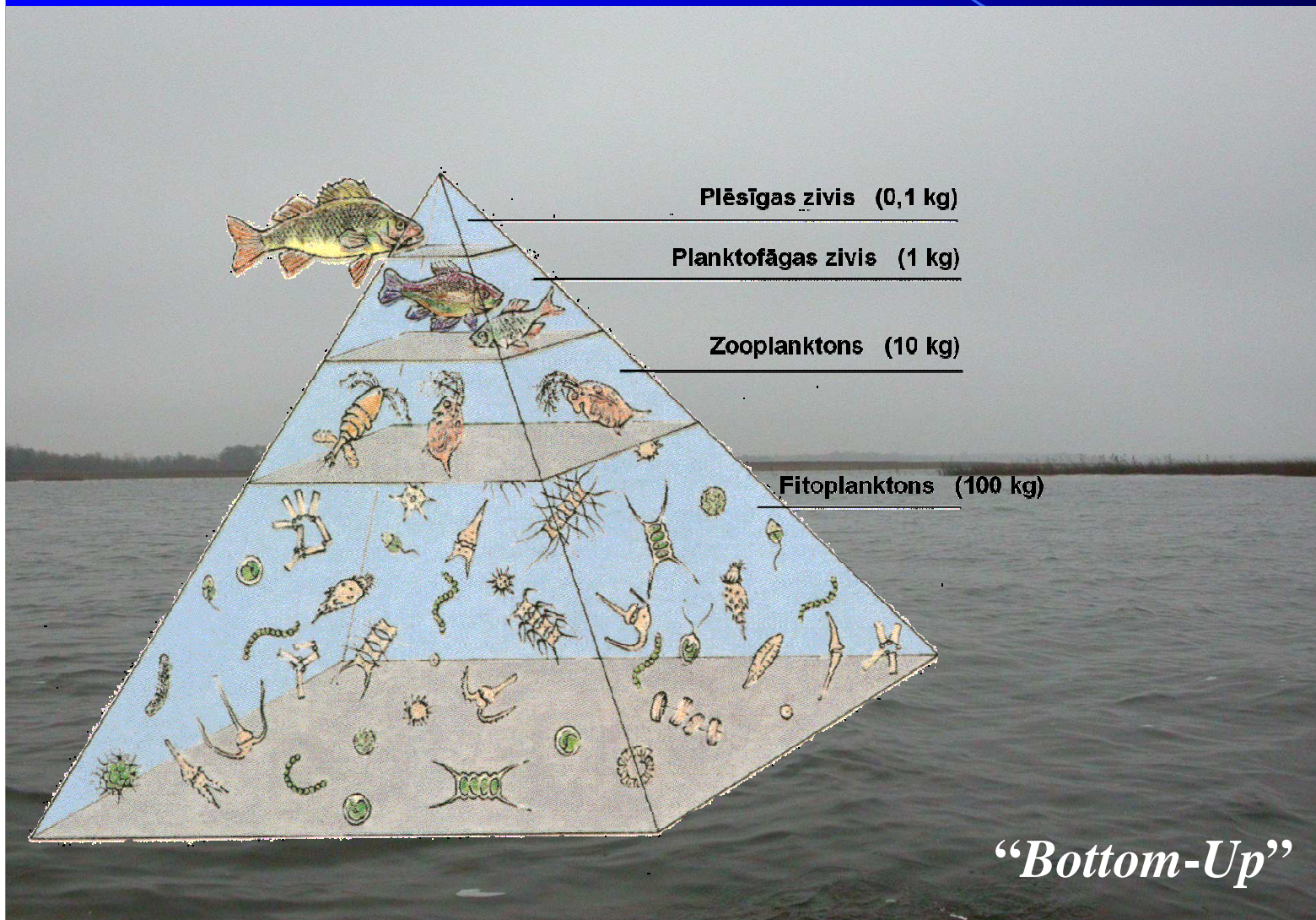
Daudzveidības dinamika



$$HD(T) = H_1(T) + H_2(T) = 2,4967 + 15,128 - 0,00765 * T - 0,0004264262 * T^2 + 1.6865 * T - 1667.4 + 0,225 * \text{SIN}(2 * \text{PI} * 0,107 + 1,312)$$

Ar ko tas var būt saistīts?

Temperatūras ietekme?



Plēsēju ietekme?

Temperatūra



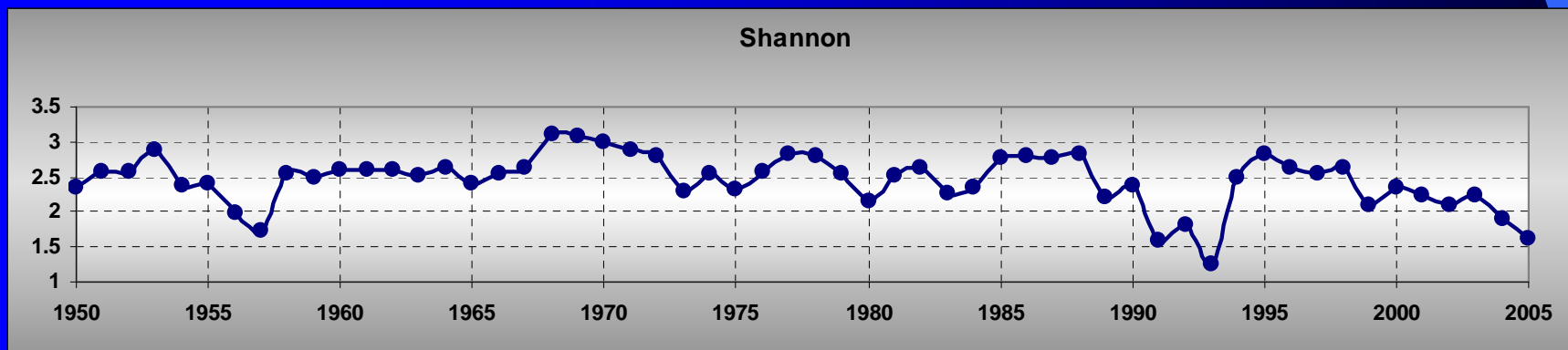
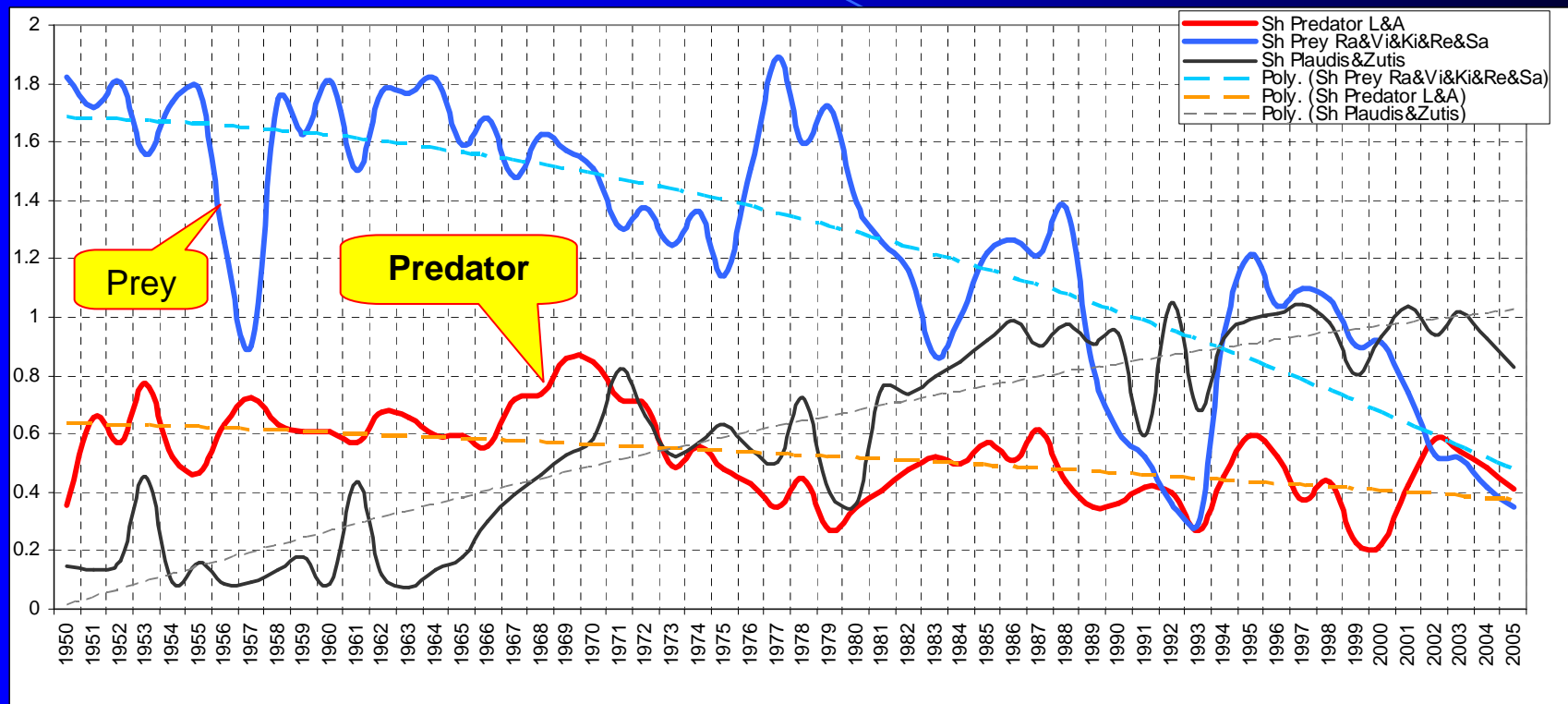
Prey

Predator



“Top-Down”

Daudzveidības dinamika



Modelis “plēsējs-upuris”

Predator-Prey model: differential equations

$$\frac{dx}{dt} = \alpha x - \beta xy$$

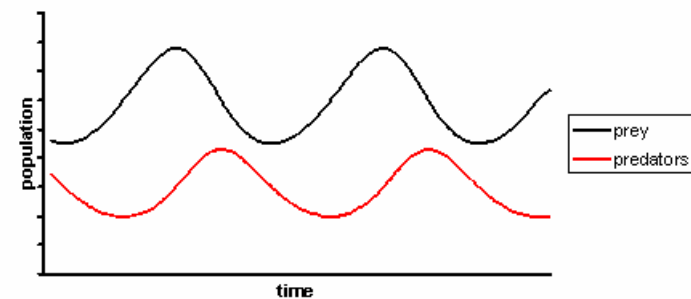
$$\frac{dy}{dt} = \gamma xy - \delta y$$

x, y biomass of
Predators and Preys

$\alpha, \beta, \gamma, \delta$ parameters

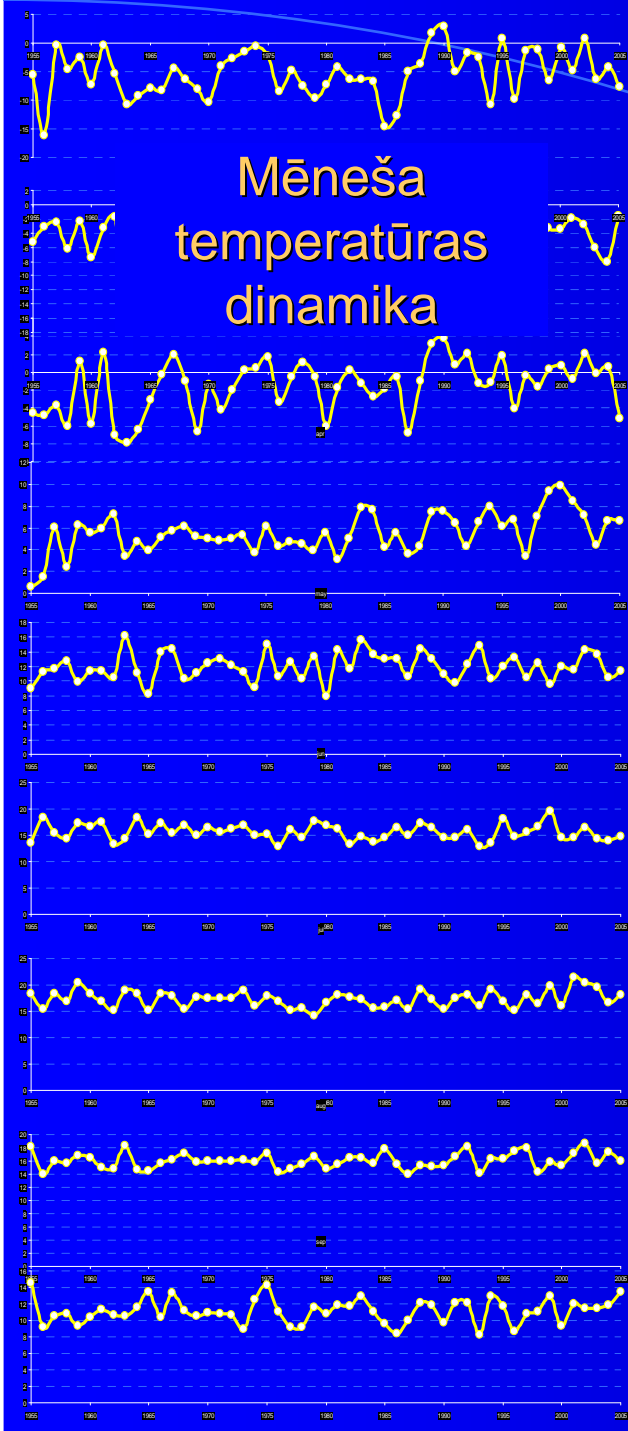
Analytic (symbolic) solution:

$$y^{\alpha} e^{-\beta y} x^{\gamma} e^{-\delta x} = K$$

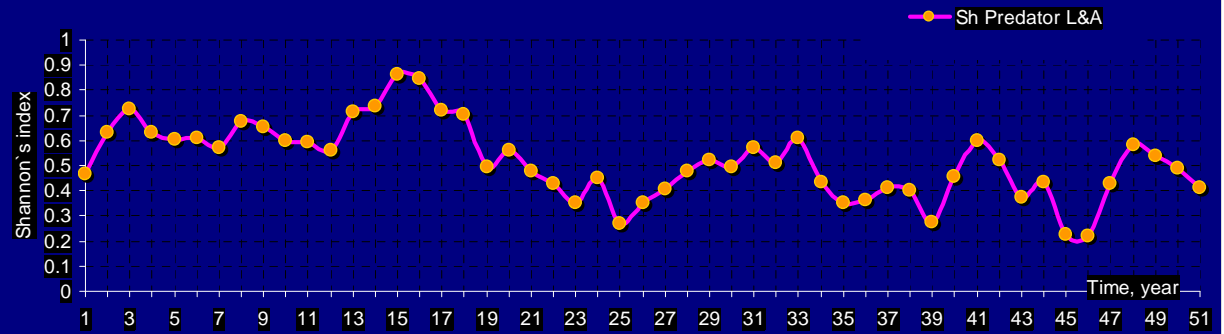


Daudzveidības indeksa dinamika (Predator-Prey)

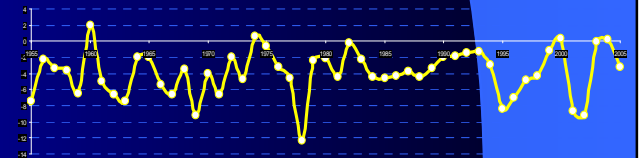
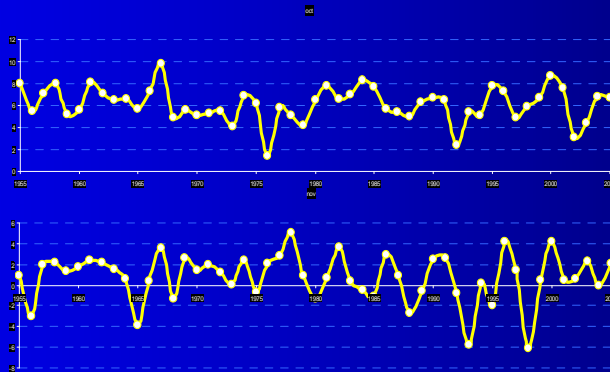
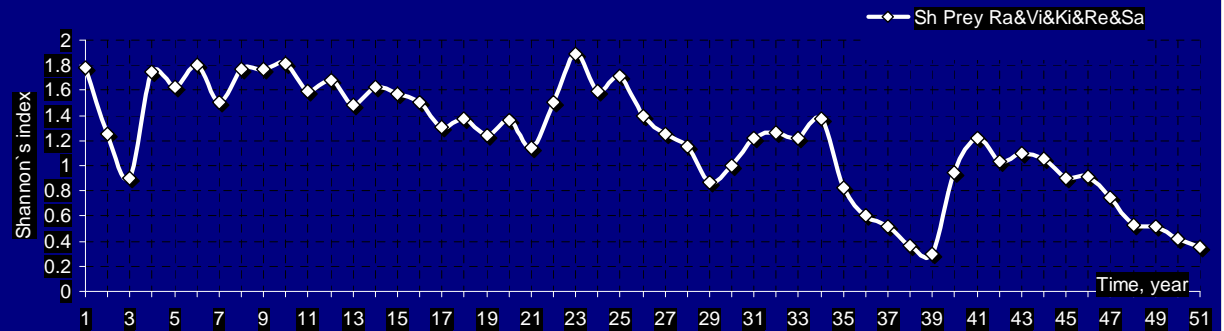
Mēneša temperatūras dinamika



Shannon's index dynamics of 3 groups of fish populations



Shannon's index dynamics of 3 groups of fish populations



Koherence

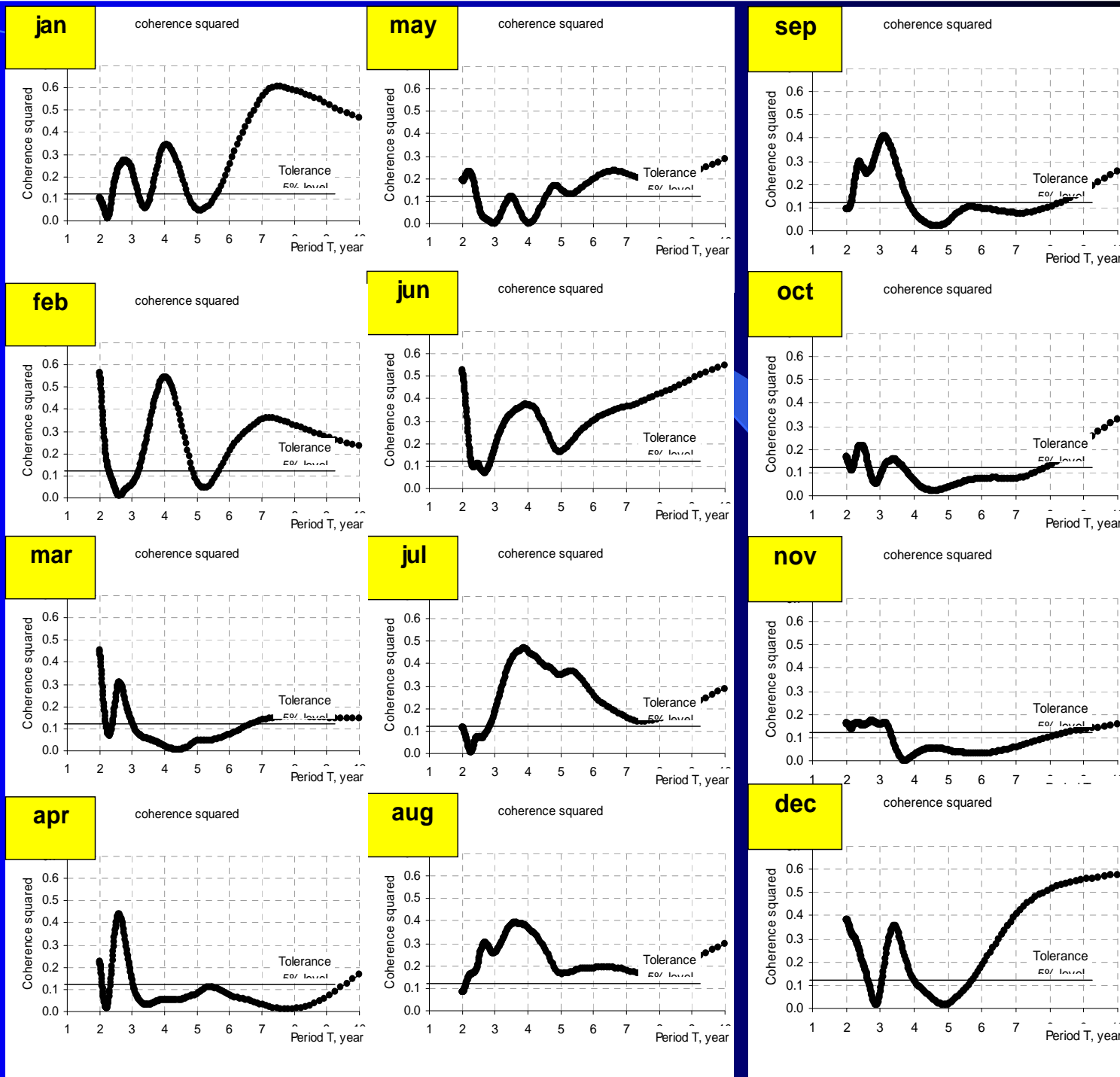
Divu procesu $X(t)$ un $Y(t)$ koherences spektru $Coh(\omega)$ nosaka kā krosspektra $S_{xy}(\omega)$ un autospektru $S_{xx}(\omega)$, un $S_{yy}(\omega)$ attiecību.

$$Coh(\omega_k) = S_{XY}(\omega_k) / \sqrt{S_{XX}(\omega_k)S_{YY}(\omega_k)} = |Coh(\omega_k)| \cdot e^{i\varphi(\omega)}$$

$\varphi(\omega)$ - Koherences fāze

Koherences kvadrātu spektri starp mēneša temperatūru un Shannon Prey

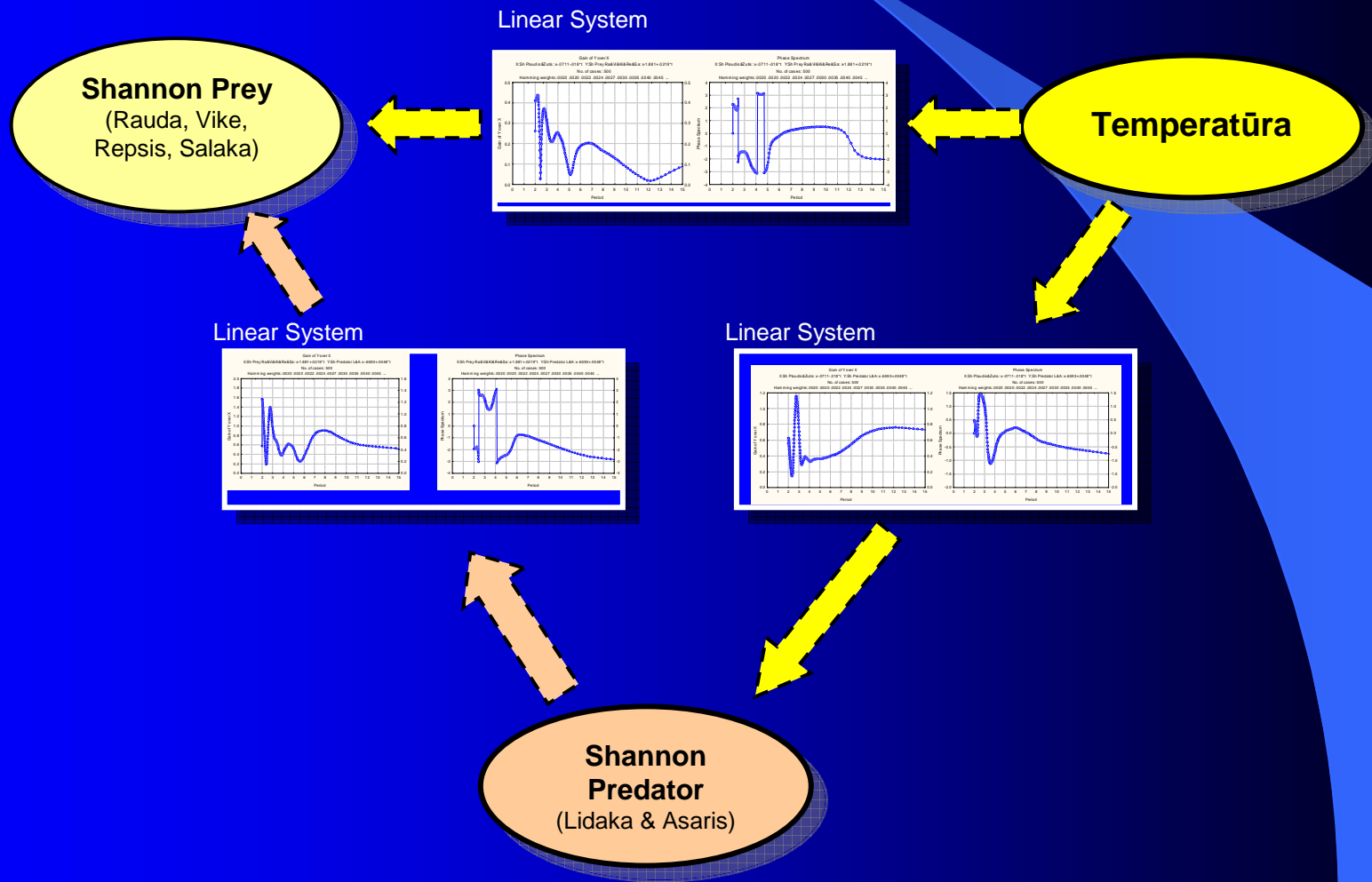
X - harmoniku periods gados,
 Y – koherence no 0 līdz 1 attiecīgās harmonikas frekvencē



Konstatētās likumsakarības

- Koherences kvadrāta spektrs starp mēneša temperatūru un neplēsīgo zivju (prey) Šenona daudzveidības indeksu būtiski mainās harmoniskām ar 2 un 4 gadu periodu.
- Šādu periodiskumu var izraisīt arī plēsēju ietekme uz neplēsīgo zivju grupu (Lotka-Volterra modelis).

Viens no teorētiski iespējamiem variantiem par neplēsīgo zivju daudzveidības (Shannon Prey) saistību struktūru



Lai izslēgtu iespējamo plēsēju (Shannon of Predator) ietekmi uz temperatūras-upuru (Temp-ShPrey) saistību tika noteikti atsevišķu koherenču kvadrātu spektri (spectra of partial coherence)

The partial cross-spectrum $S_{Y_1 Y_2 / X}(\omega)$ between the processes Y_1 and Y_2 given the information of the remaining processes denoted by X can be calculated by [Brillinger, 1981]

$$\mathbf{S}_{yy/x} = \mathbf{S}_{yy} - \mathbf{S}_{yx} (\mathbf{S}_{xx})^{-1} (\mathbf{S}_{yx})^*$$

I

where $(\mathbf{S}_{yx})^*$ - matrix transposed and conjugate with \mathbf{S}_{yx} ;
 $(\mathbf{S}_{xx})^{-1}$ - inverse matrix of \mathbf{S}_{xx} ;
 $\mathbf{S}_{yy/x}$ - matrix of partial cross-spectra

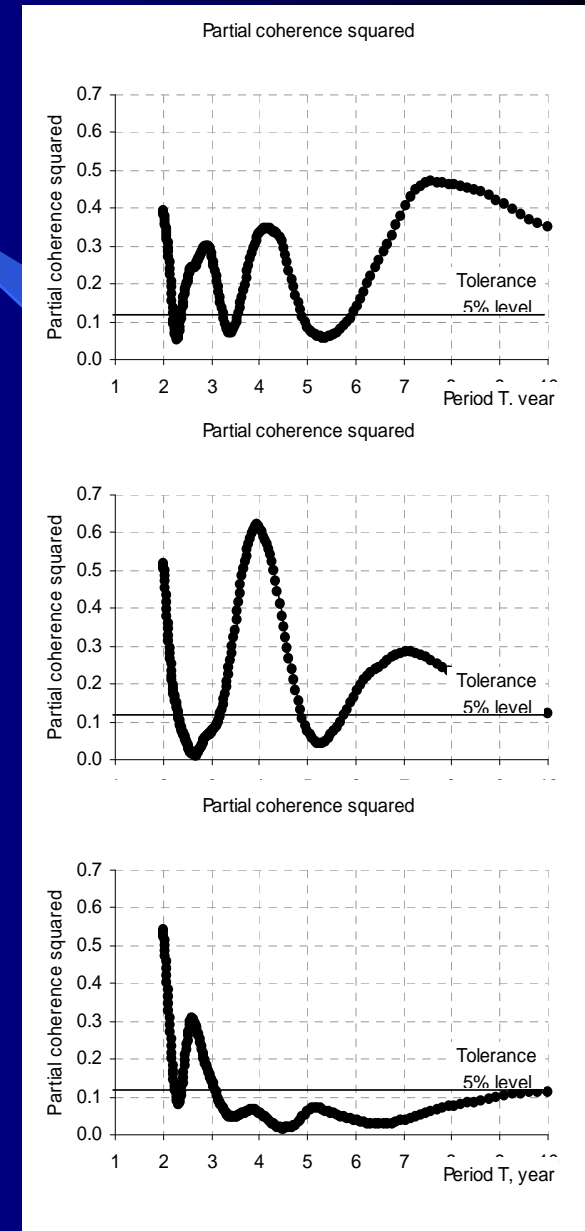
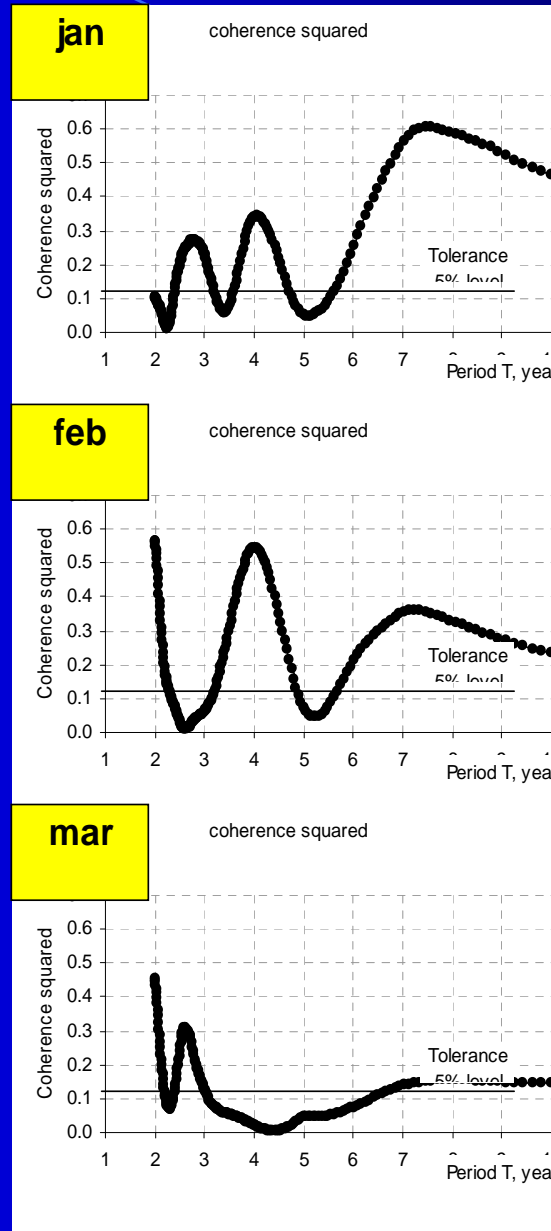
$$\mathbf{S}_{xx} = \begin{bmatrix} S_{X_1 X_1} & S_{X_1 X_2} & \dots & S_{X_1 X_r} \\ S_{X_2 X_1} & S_{X_2 X_2} & \dots & S_{X_2 X_r} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ S_{X_r X_1} & S_{X_r X_2} & \dots & S_{X_r X_r} \end{bmatrix}; \quad \mathbf{S}_{yx} = \begin{bmatrix} S_{Y_1 X_1} & S_{Y_1 X_2} & \dots & S_{Y_1 X_r} \\ S_{Y_2 X_1} & S_{Y_2 X_2} & \dots & S_{Y_2 X_r} \end{bmatrix};$$

$$\mathbf{S}_{yy} = \begin{bmatrix} S_{Y_1 Y_1} & S_{Y_1 Y_2} \\ S_{Y_2 Y_1} & S_{Y_2 Y_2} \end{bmatrix}; \quad \mathbf{S}_{yy/x} = \begin{bmatrix} S_{Y_1 Y_1 / X} & S_{Y_1 Y_2 / X} \\ S_{Y_2 Y_1 / X} & S_{Y_2 Y_2 / X} \end{bmatrix};$$

“Pirmajā ceturksnī” plēsēju ietekmes nav

Kreisajā stabiņā
koherences kvadrātu
spektri

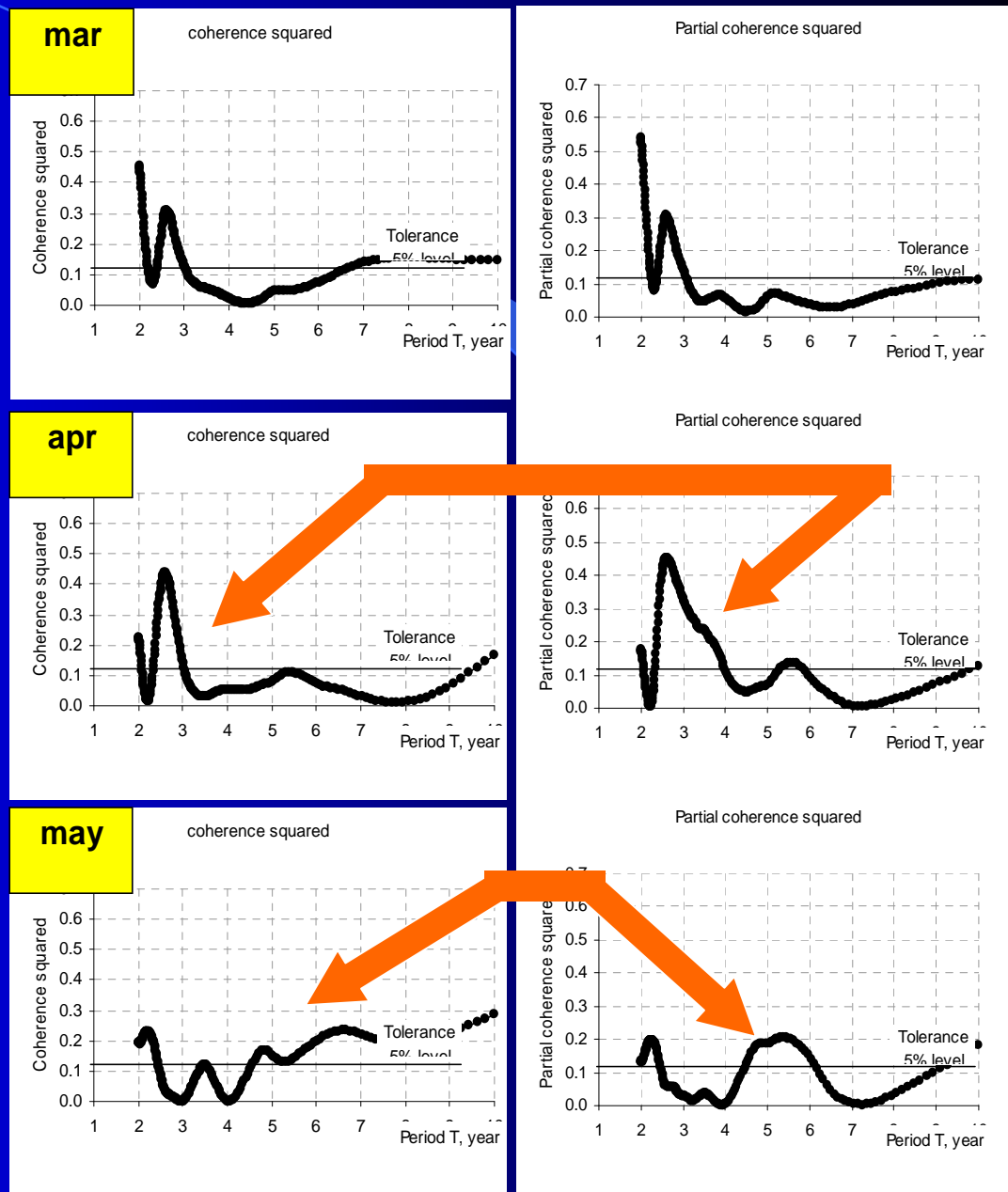
Labajā stabiņā
atsevišķu (partial)
koherences kvadrātu
spektri
(bez Predator ietekmes)



Aprīlī – maijā ir jūtama plēsēju ietekme, kas izmaina spektrus

Kreisajā stabiņā koherences kvadrātu spektri

Labajā stabiņā atsevišķu (partial) koherences kvadrātu spektri (bez Predator ietekmes)

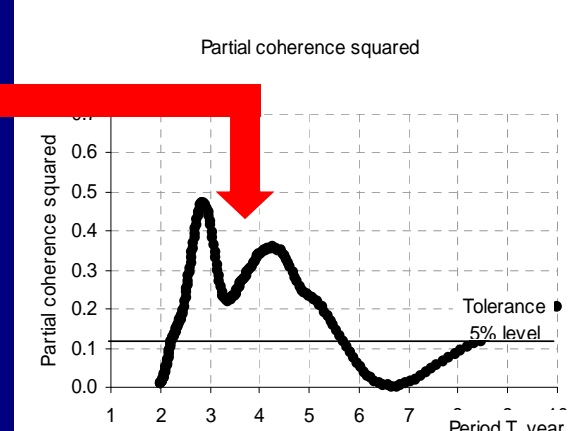
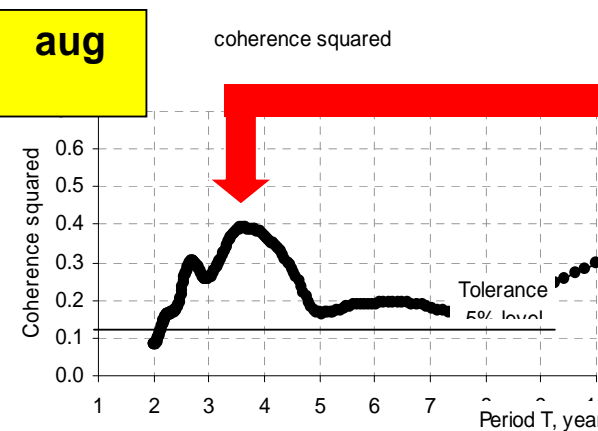
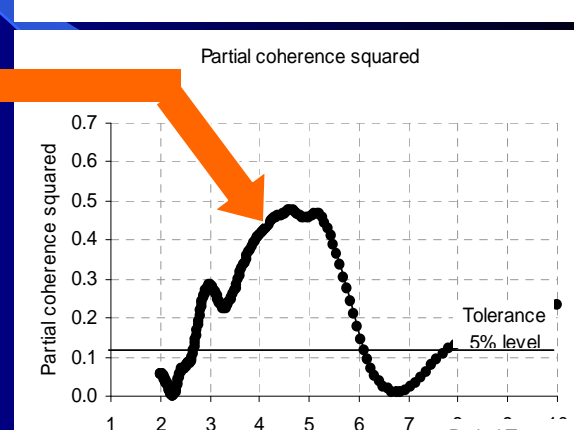
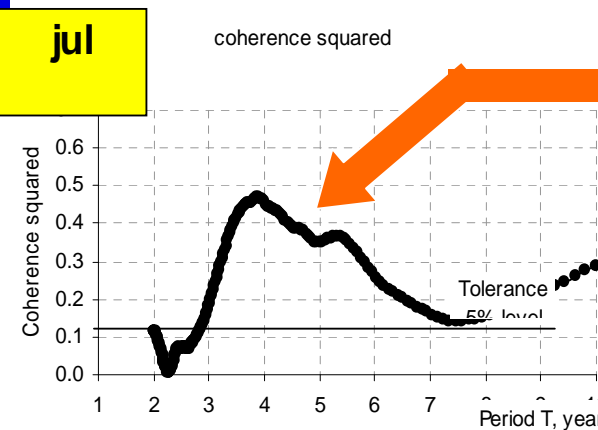
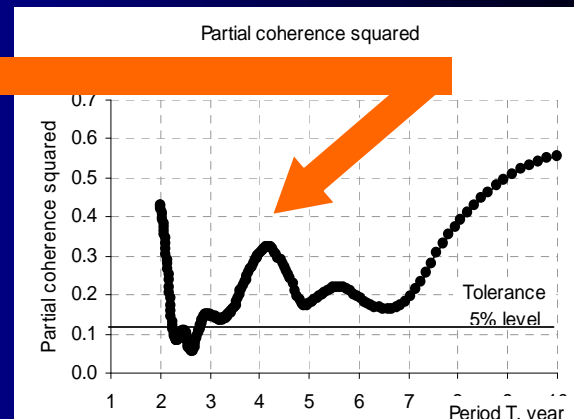
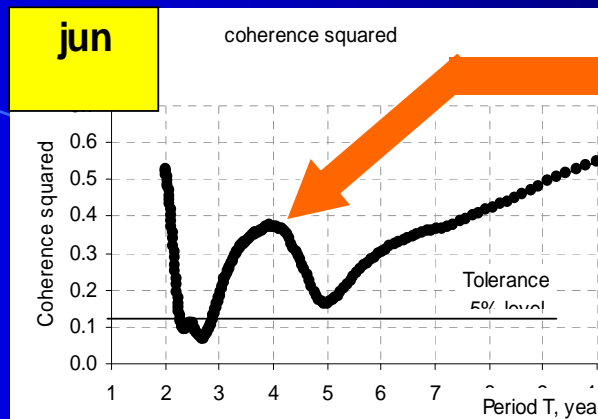


Vasarā plēsēju ietekme pieaug, īpaši tas ir augustā.

Kreisajā stabiņā koherences kvadrātu spektri

Labajā stabiņā atsevišķu (partial)

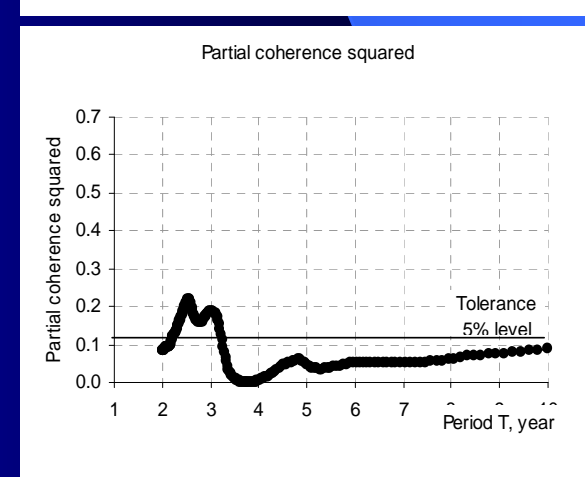
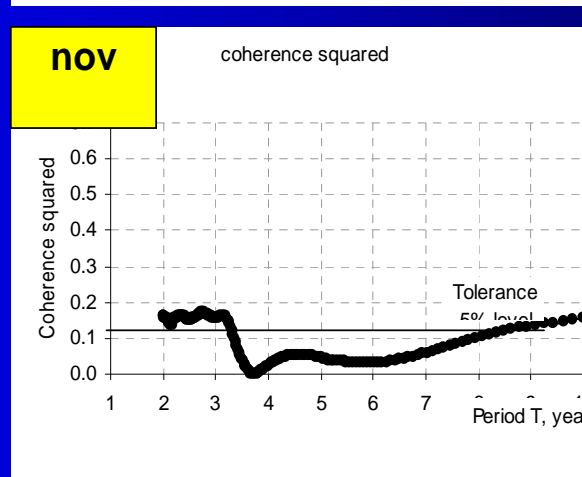
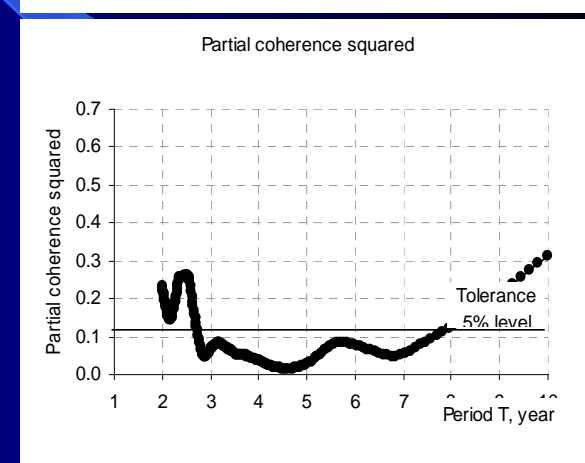
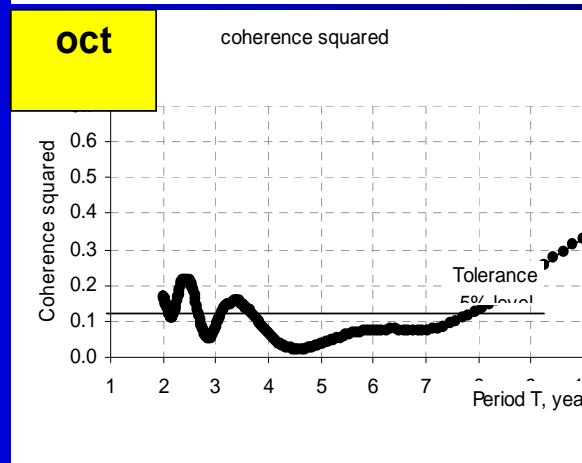
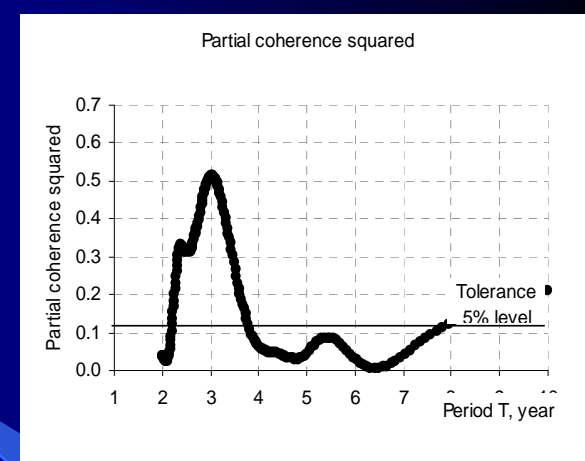
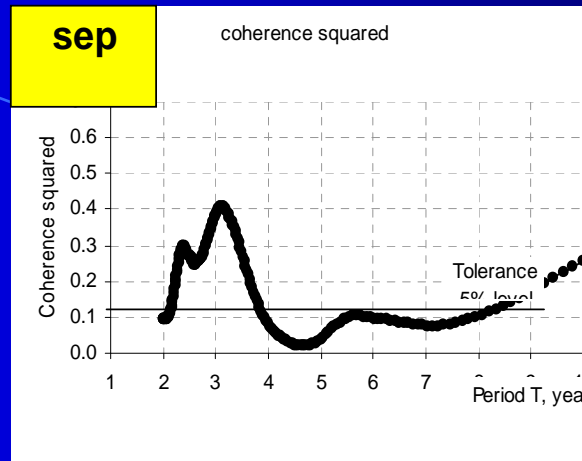
koherences kvadrātu spektri (bez Predator ietekmes)



No septembra līdz decembrim nav būtisku koherentās saistības formas izmaiņu plēsēju ietekmē

Kreisajā stabiņā koherences kvadrātu spektri

Labajā stabiņā atsevišķu (partial) koherences kvadrātu spektri (bez Predator ietekmes)



Secinājumi

- Periodiskas (2 – 4 gadi) neplēsīgo zivju daudzveidības svārstības Rāznas ezerā var būt saistītas ar mēneša vidējās temperatūras svārstībām dažādos gados
- Vasaras mēnešos (īpaši augustā) neplēsīgo zivju daudzveidības svārstības būtiski ietekmē plēsēji
- Pavasara un rudens-ziemas mēnešu temperatūras izmaiņām var būt būtiska ietekme uz Rāznas ezera ihtiofaunu