

Trénovanie rekurentných neurónových sietí technikou rozšíreného Kalmanovho filtra

Diplomová práca

Vedúci DP: Ing. Michal Čerňanský

Peter Trebatický

Fakulta informatiky a informačných technológií, STU Bratislava



Obsah

- Úvod
- Kalmanov filter
- Rozšírený Kalmanov filter (EKF)
- Unscented Kalman Filter (UKF)
- Filter nprKF
- Experimenty
- Zhodnotenie



Úvod

- Ciel'

- Analýza možností EKF a jeho modifikácií
- Predikcia nasledujúceho symbolu

- Kalmanov filter

- Známy niekoľko desaťročí
- Využíva sa v rôznych oblastiach
- Jednoduchý princíp
- Alternatíva gradientových metód

Kalmanov filter

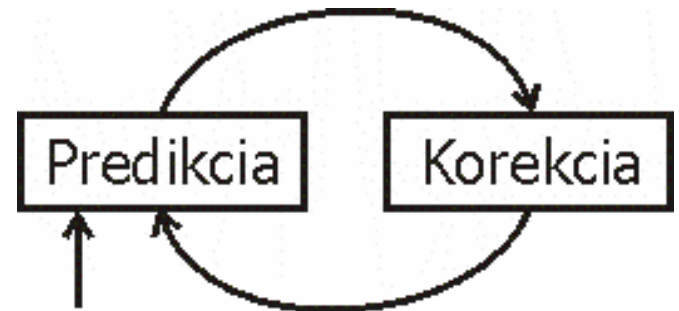
- Sada matematických rovníc
- Pre *lineárne* dynamické systémy

$$x_{k+1} = F_{k+1,k}x_k + q_k \quad \textit{stavová rovnica}$$

$$y_k = H_k x_k + r_k \quad \textit{rovnica pozorovania}$$

$$q_k \sim N(0, Q_k); r_k \sim N(0, R_k)$$

- Prediktor-korektor
- Optimálny





Rozšířený Kalmanov filter (EKF)

- Pre nelineárne dynamické systémy

$$x_{k+1} = f(x_k) + q_k \quad \textit{stavová rovnica}$$

$$y_k = h(x_k) + r_k \quad \textit{rovnica pozorovania}$$

- Linearizácia – Taylorov rozvoj

- Neurónové siete

$$x_{k+1} = x_k + q_k$$

$$y_k = h_k(x_k, u_k) + r_k$$

- Jacobián – RTRL, BPTT(h)



Unscented Kalman Filter (UKF)

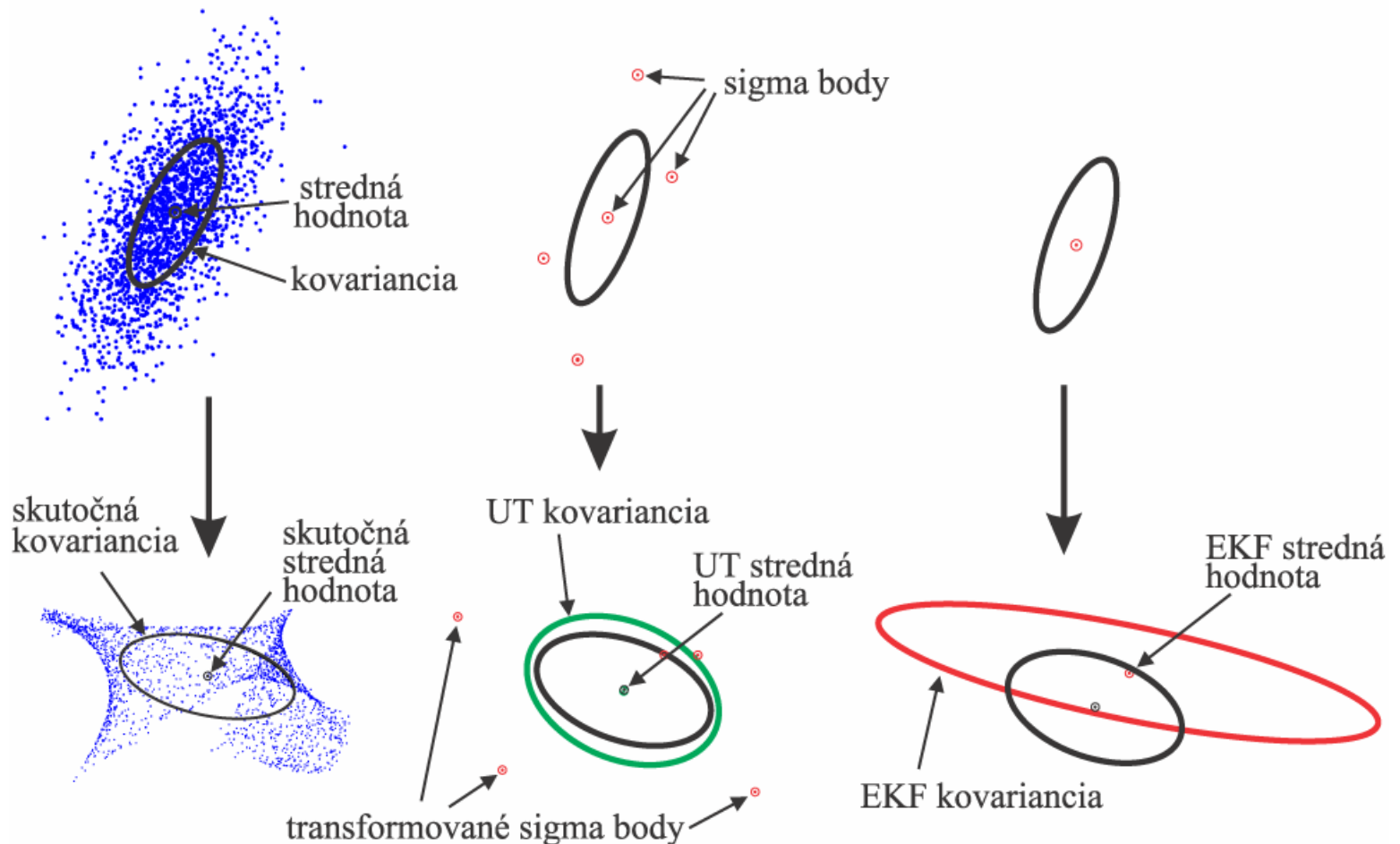
- Nie sú potrebné derivácie
- Vyhodnotenia funkcií
- Sigma body
 - Malý počet
 - Deterministicky volené
 - Zachytávajú skutočné štatistiky
 - Prejdú nelineárnou transformáciou

Unscented Kalman Filter (UKF)

Skutočnosť (vzorkovanie)

UT

EKF





Filter nprKF

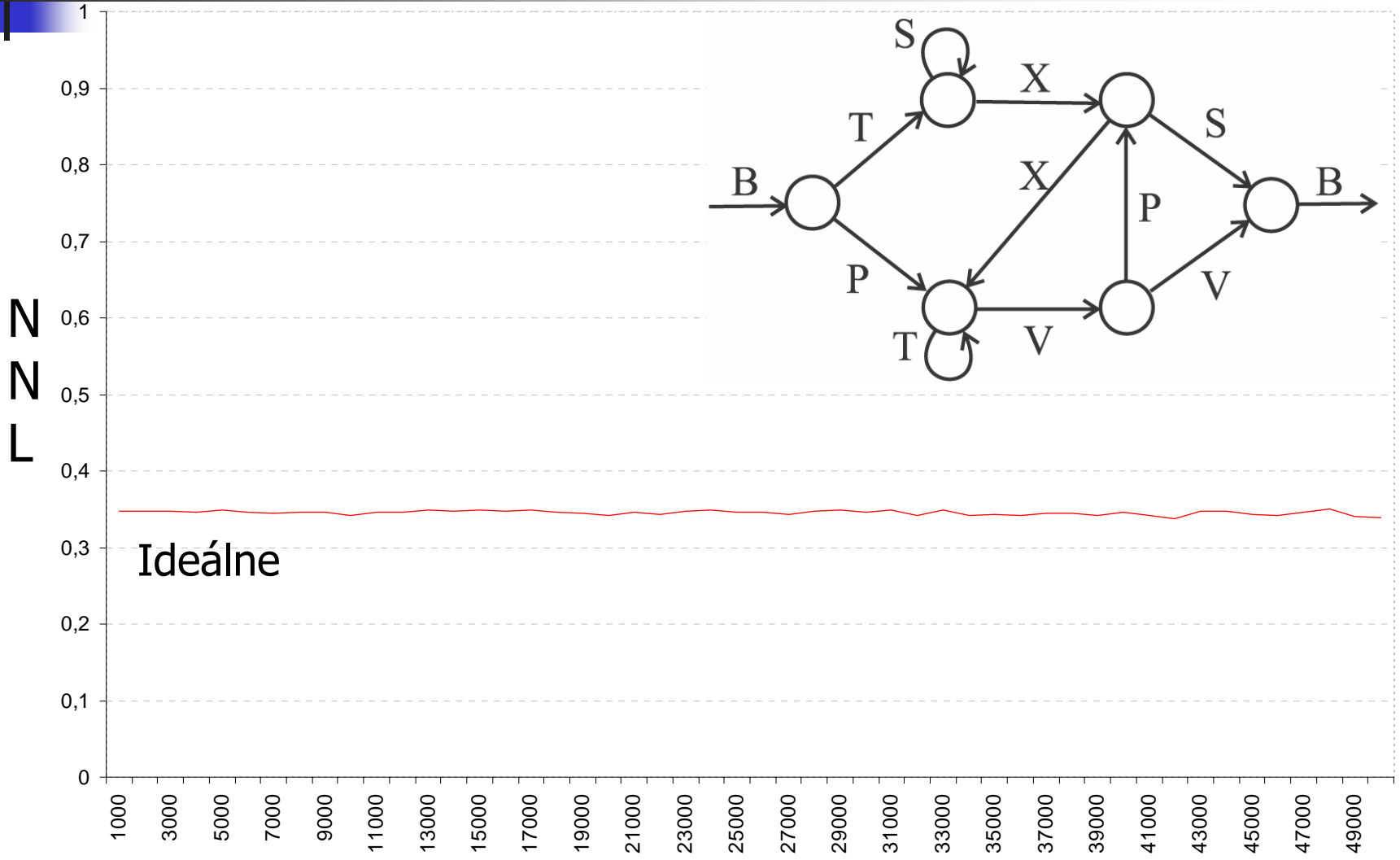
- Len vyhodnotenia funkcií
- Stirlingova formula
 - Namiesto Taylorovho rozvoja
 - Derivácie určené numericky
 - S presnosťou do 2. rádu
- Podobnosť s UKF
 - Tiež sigma body
 - Presnejší odhad



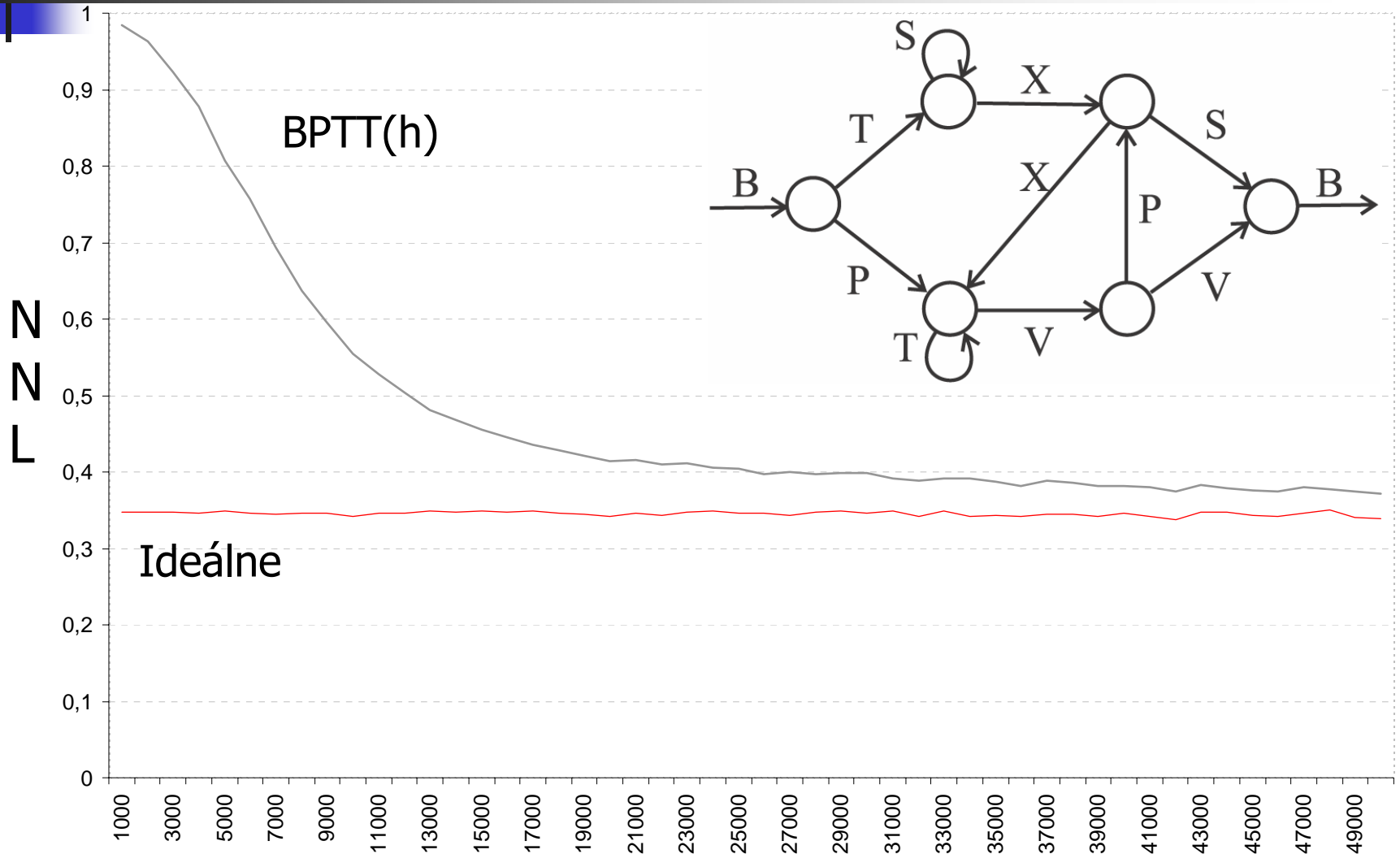
Zdieľané filtre UKF a nprKF

- Označenie UKFj a nprKFj (*joint*)
- Výstupy rekurentných neurónov súčasťou stavového vektora
 - Nelineárna stavová rovnica
$$x_{k+1} = f(x_k, u_k) + q_k$$
 namiesto $x_{k+1} = x_k + q_k$
 - Zmena v rovniciach kroku predikcie
 - Zjednodušenie výpočtu výstupu siete

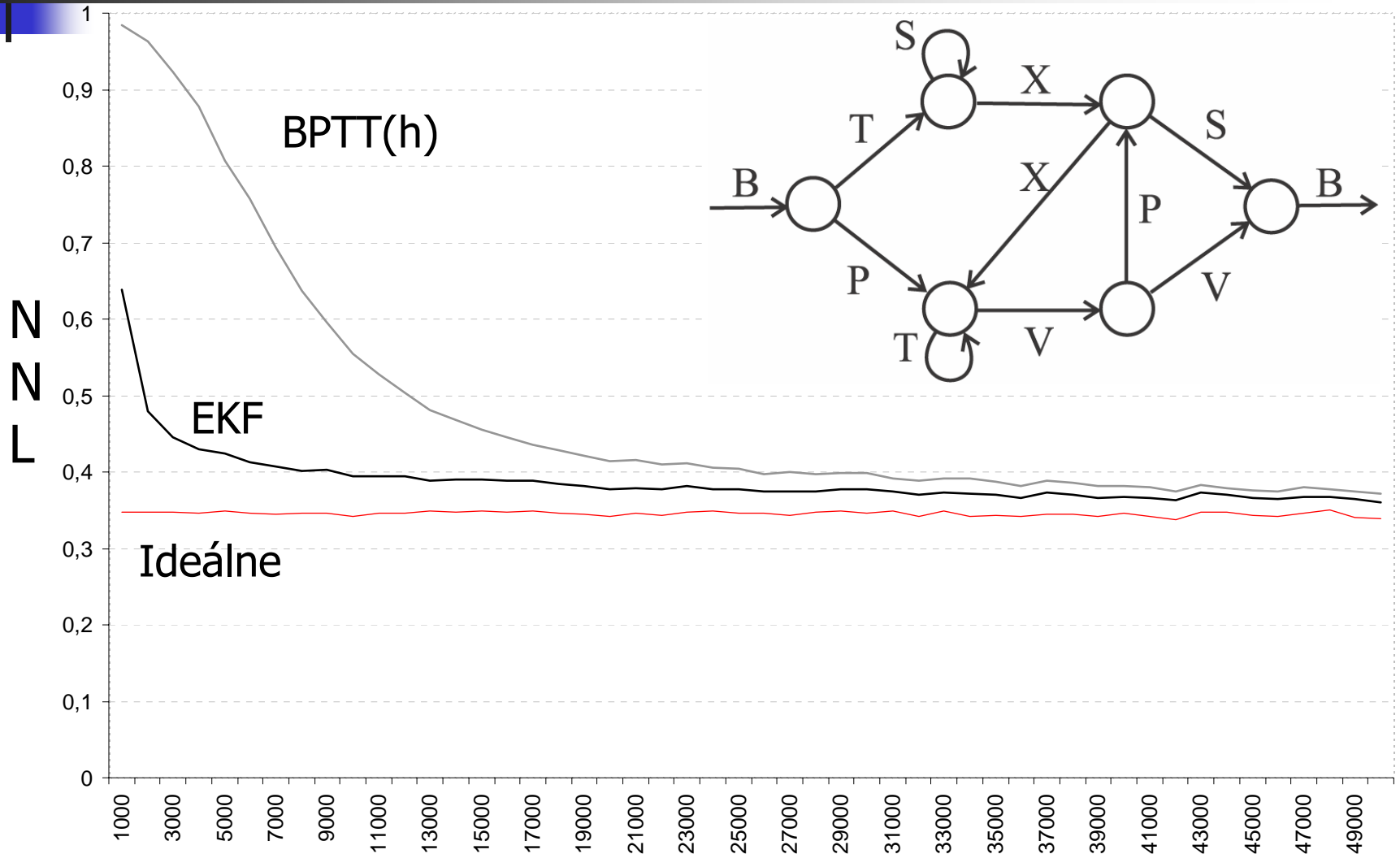
Experiment – Reber



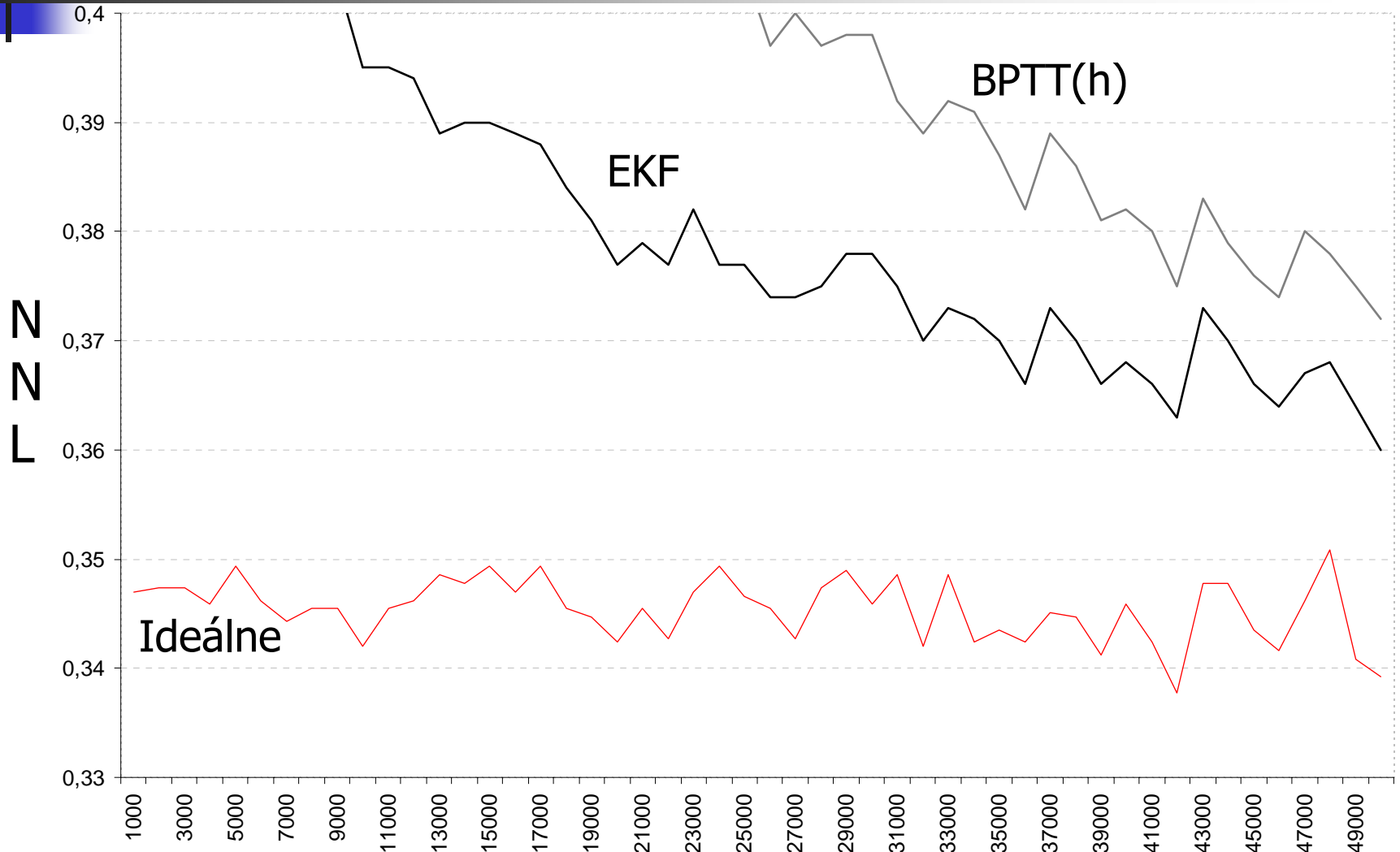
Experiment – Reber



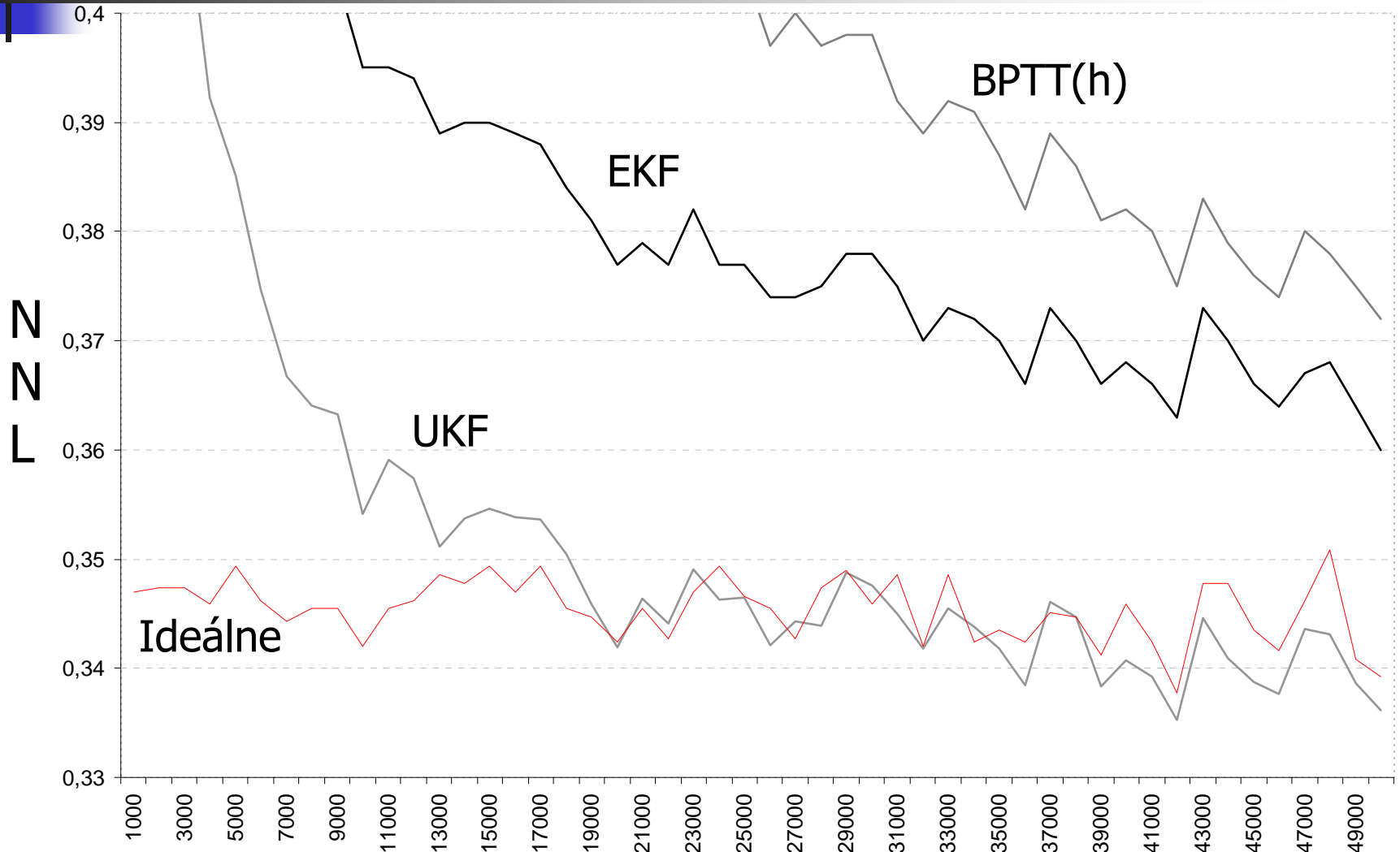
Experiment – Reber



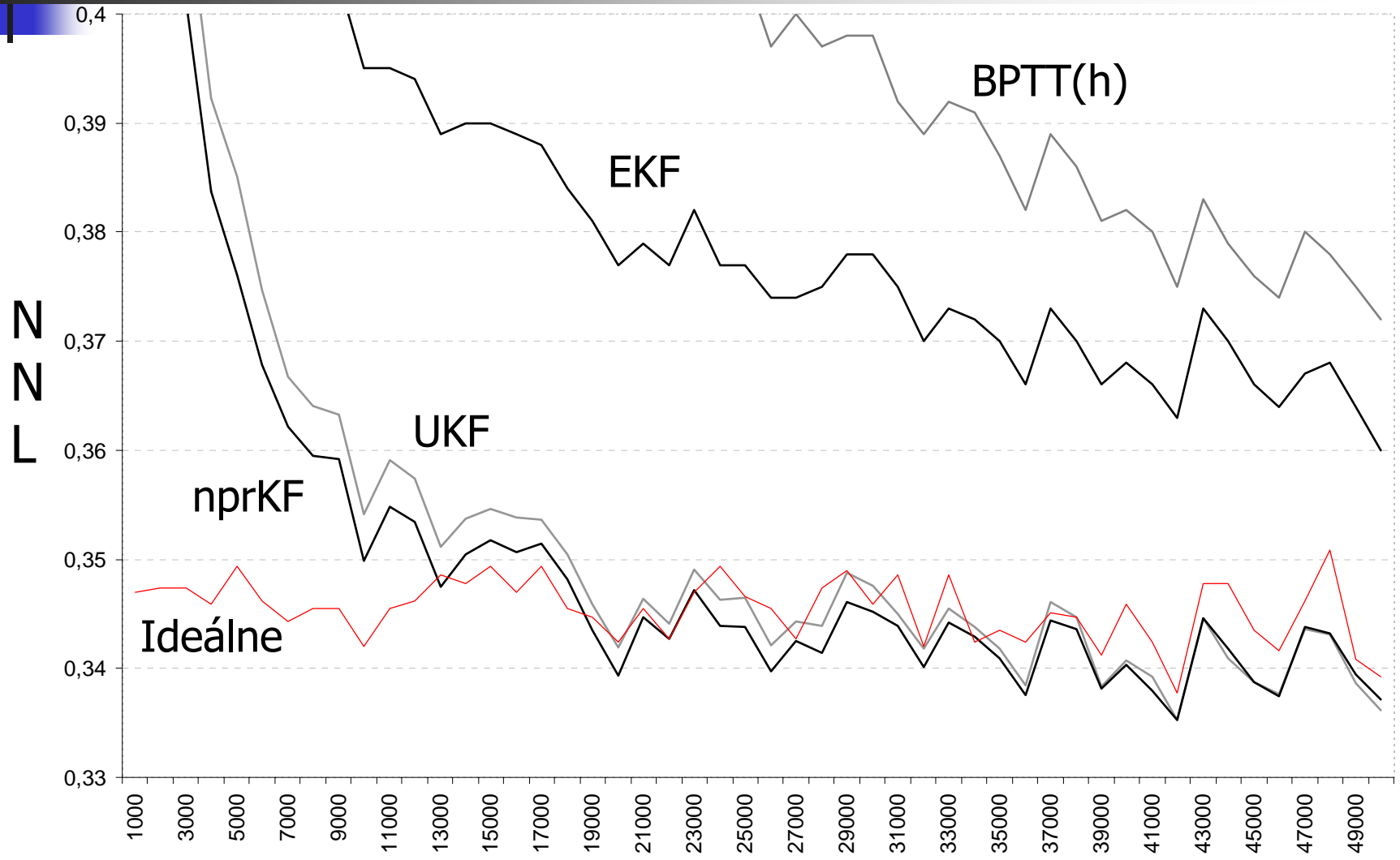
Experiment – Reber



Experiment – Reber

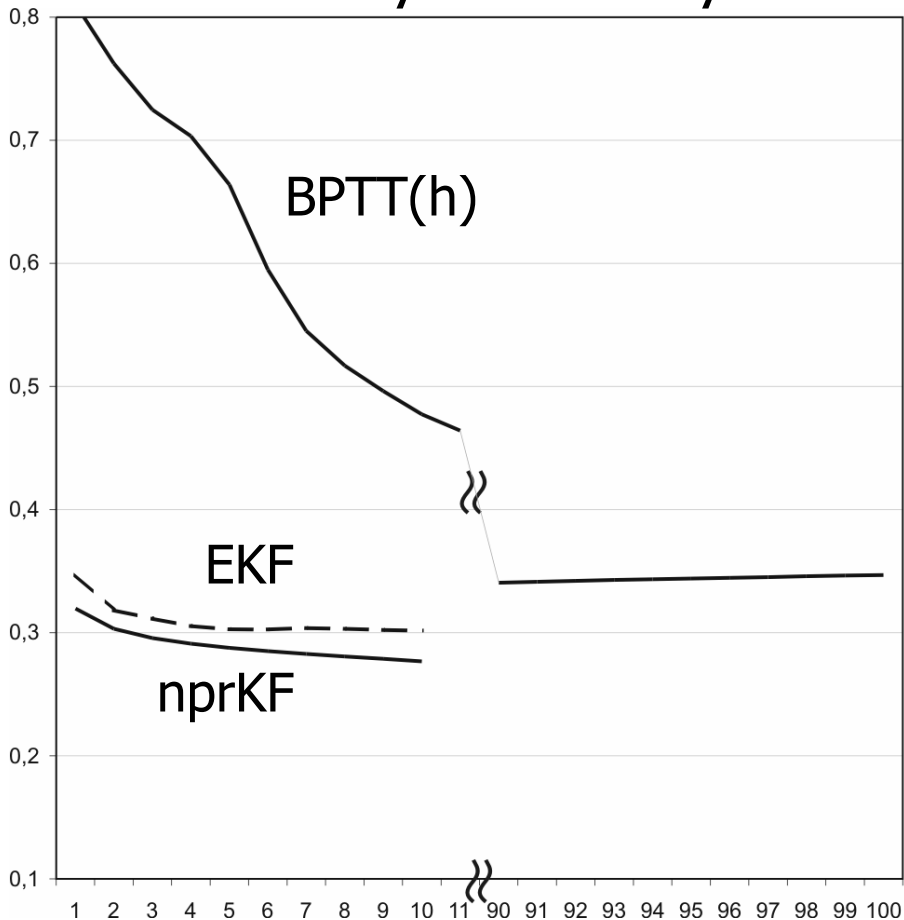


Experiment – Reber

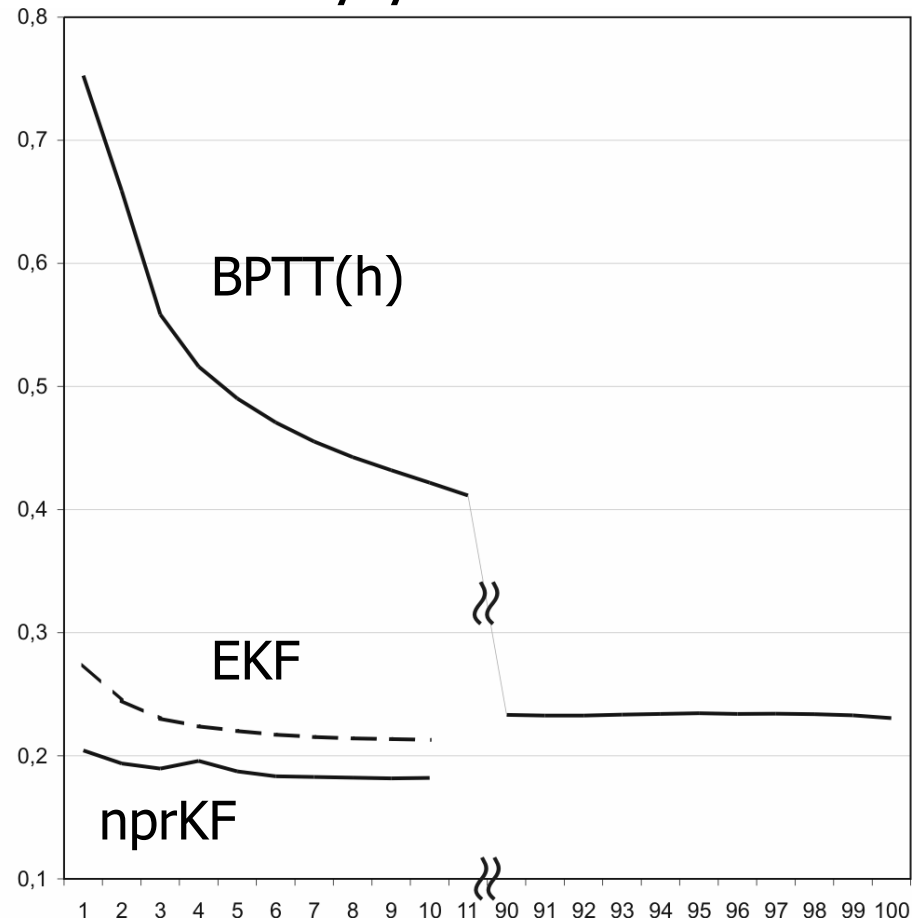


Experiment – Laser

4 skryté neuróny



8 skrytých neurónov





Zhodnotenie

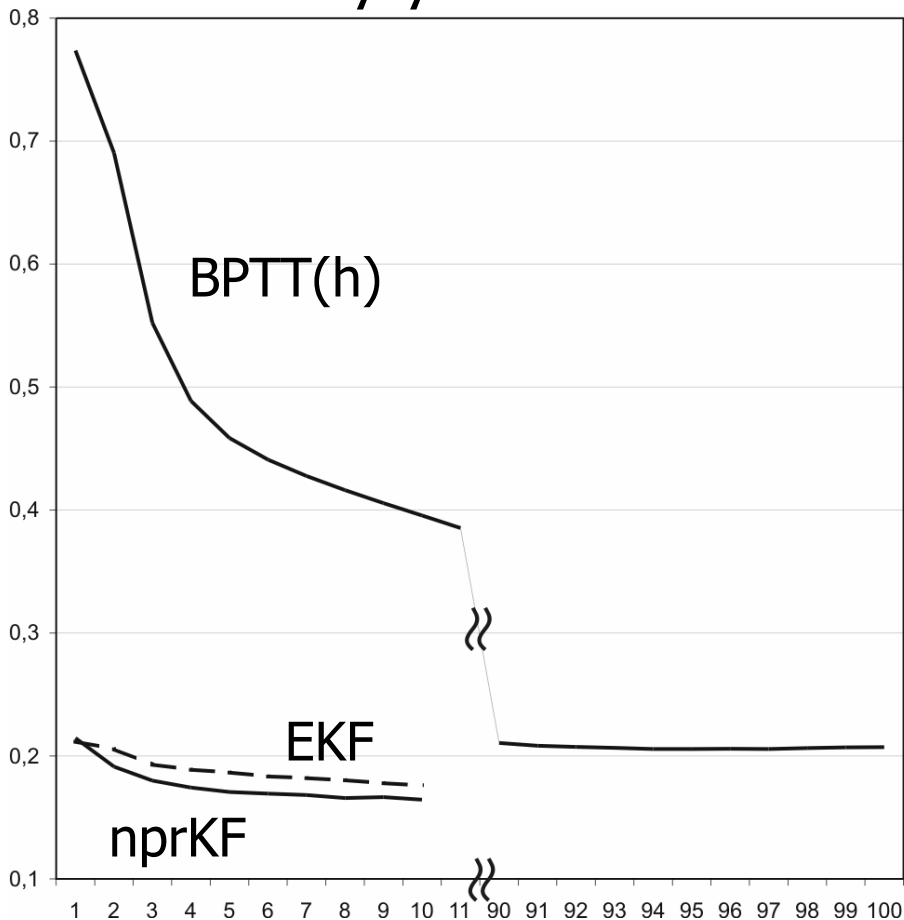
- Naštudovanie problematiky
- Vysvetlenie čitateľovi
- Zjednodušenie vzorcov
 - EKF, UKF a nprKF
- UKFj
- Porovnanie filtrov



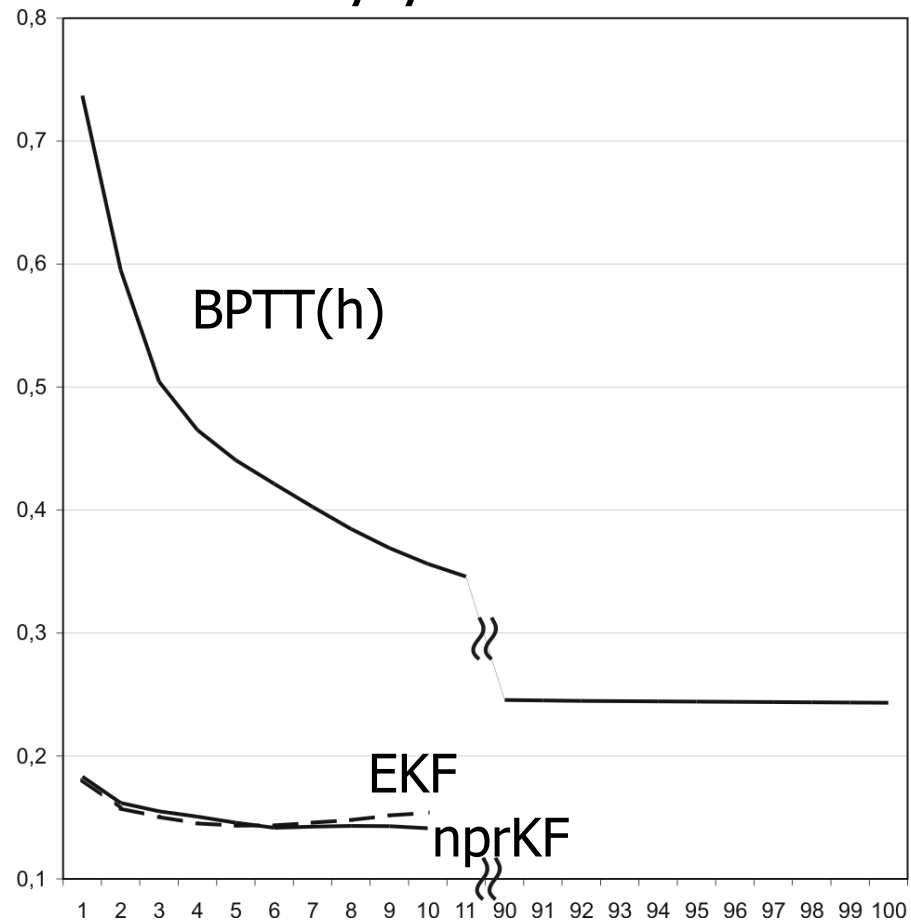
Ďakujem za pozornosť

Experiment – Laser

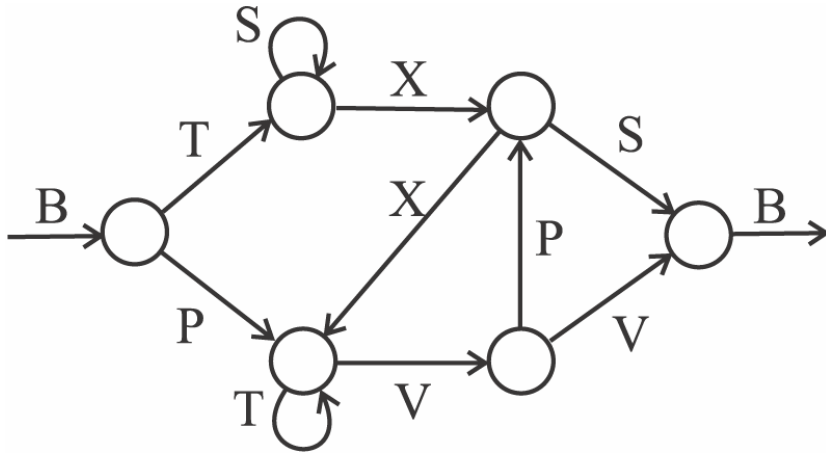
12 skrytých neurónov



16 skrytých neurónov



Reber – NNL



$$NNL = -\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \log_{|A|} p^{(t)}(s^{(t)})$$

