

Univerzita J. E. Purkyně, Ústí nad Labem
Fakulta životního prostředí
LentiKat's a.s., Praha



Denitrifikace vod s vysokým obsahem solí pomocí biotechnologie Lentikats®

Josef Trögl, Věra Pilařová, Jana Měchurová, Jana
Krudencová, Pavel Janoš, Alžběta Boušková, Jan
Mrákota, Lucie Čechovská, Radek Stloukal

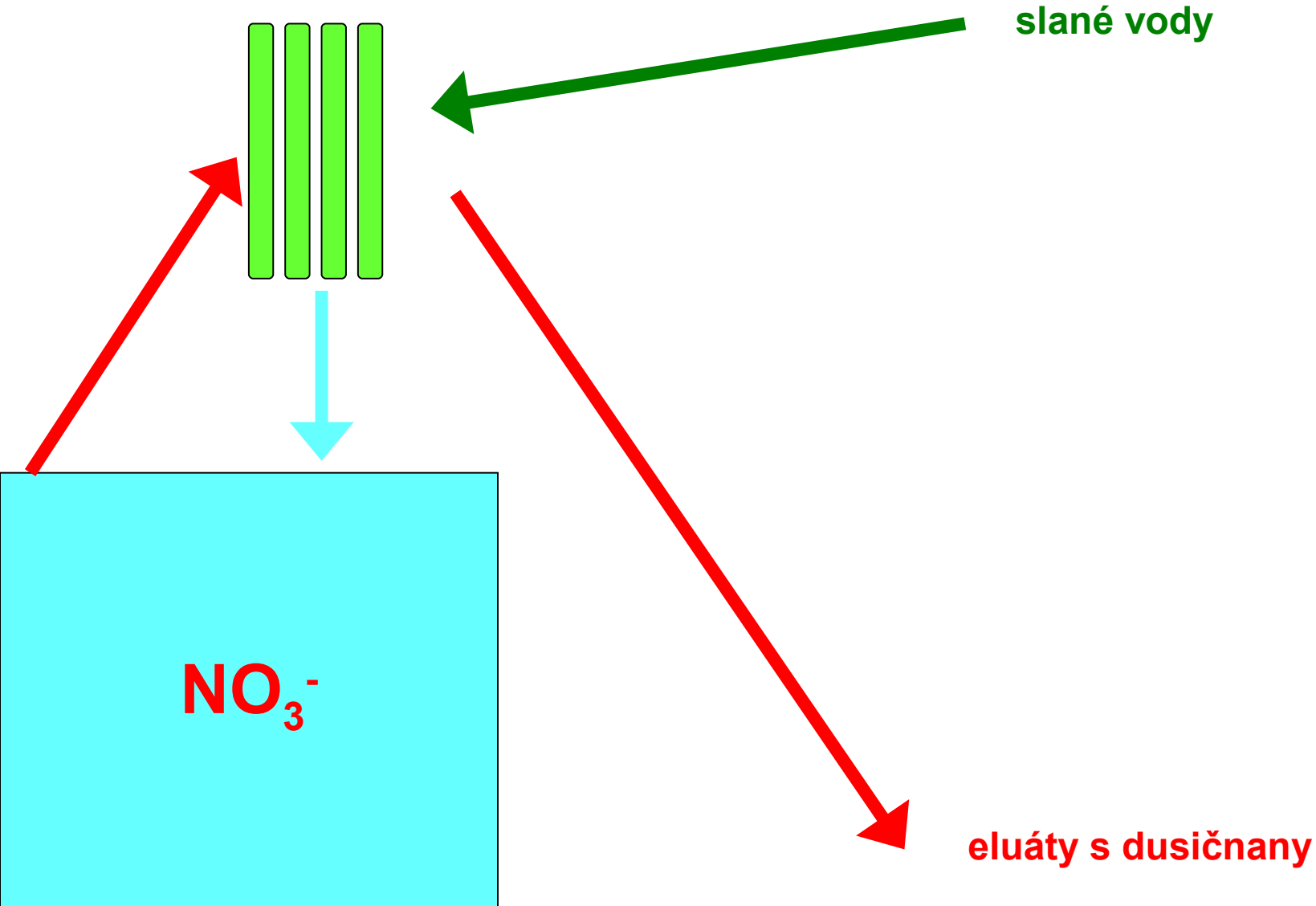


Výzkumné
centrum ARTEC

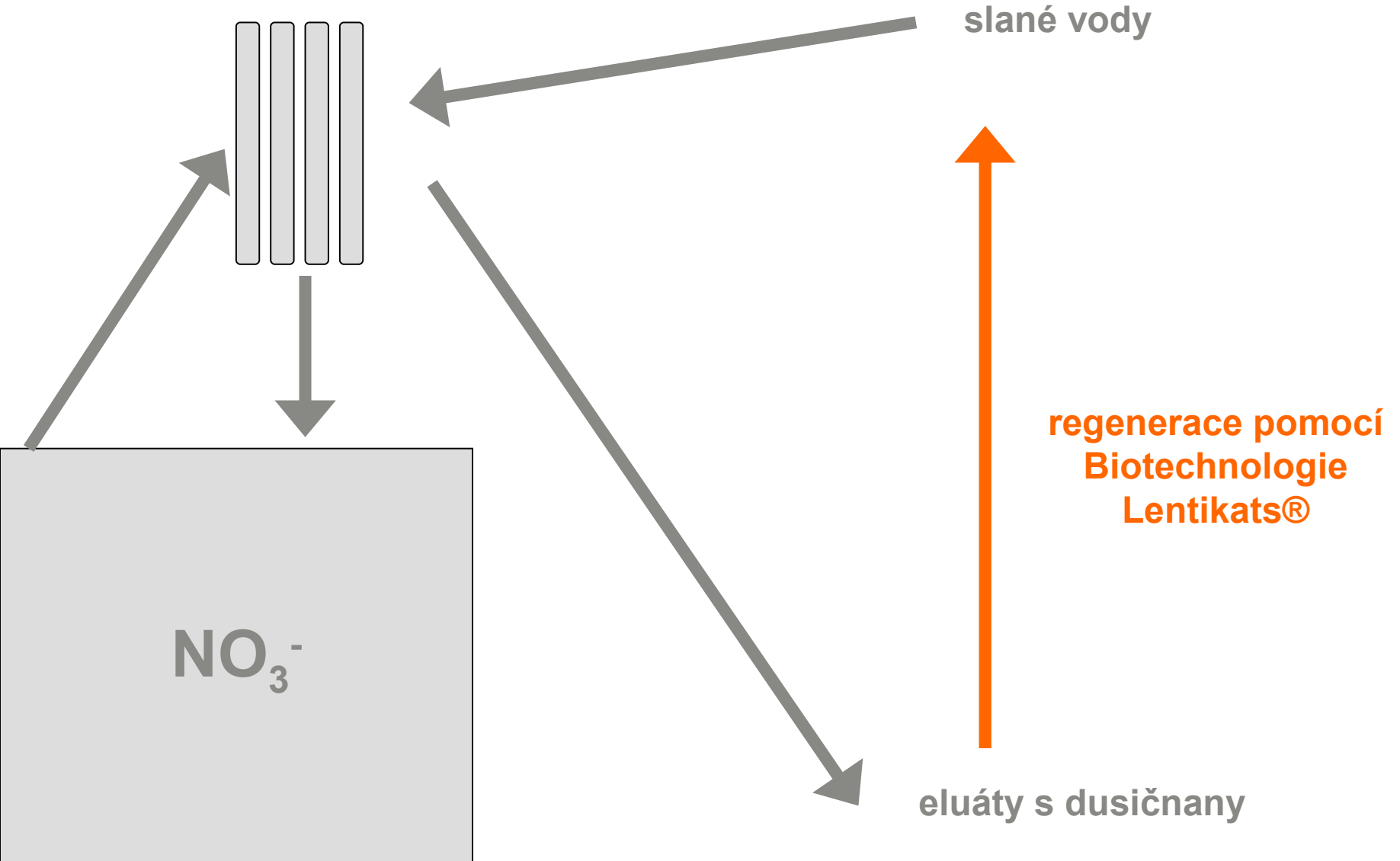
Zadání

- Dusičnany jsou z bazénových vod odstraňovány pomocí iontoměničů
- Iontoměničové kolony jsou regenerovány roztoky s vysokým obsahem solí
- **Je třeba odstranit dusičnany z takto vzniklých eluátů → denitrifikace pomocí biotechnologie Lentikats®**

Zadání

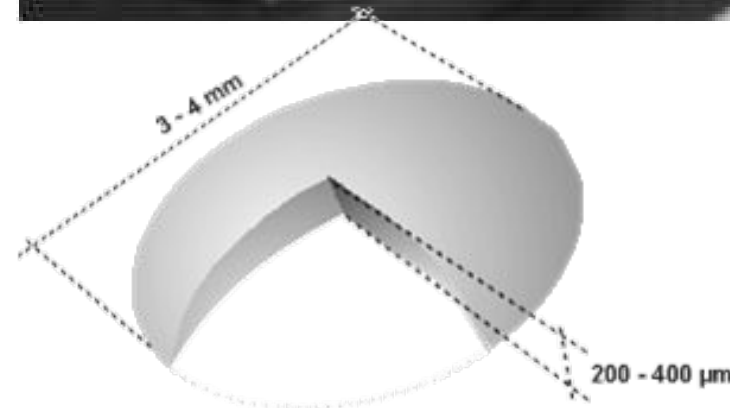
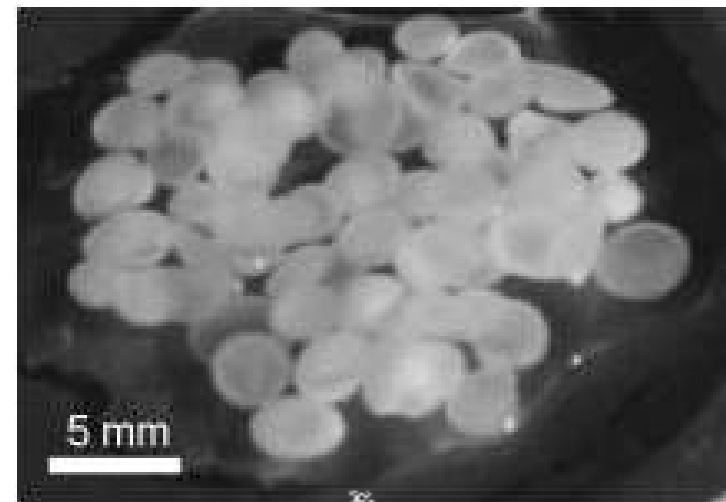


Zadání



Biotechnologie Lentikats®

- **Biokatalyzátor Lentikats®** = biologický materiál enkapsulovaný do polyvinylalkoholové matrice (PVA) do tvaru čoček
- Hydrogel (~80% vody)
- Pružná, ale pevná matrice
- Netoxická
- Biologicky neodbouratelná
- Dlouhodobě stabilní
- Rychlá difúze

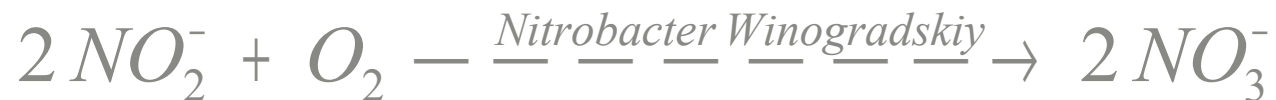


Biotechnologie Lentikats®

- **Biotechnologie Lentikats®** = jakákoliv biotechnologie využívající biokatalyzátor Lentikats®
- **Výhody**
 - Ochrana mikroorganismů
 - Dávkování MO dle potřeby
 - Opakované použití
 - Vysoká aktivita pomalurostoucích MO
 - Snížení produkce kalů (až o 90%)
 - Intenzifikace provozu (méně místa, méně energie)

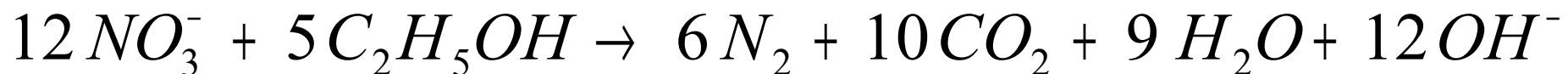
Biologické odstraňování dusíku

- Nitrifikace – oxidace amonných iontů na dusitany a dusičnany – aerobní



- **Denitrifikace** – redukce dusičnanů na dusitany a plynný dusík – **anaerobní**

– *Paracoccus denitrificans*



Cíle projektu

- **Cíl:** Optimalizovat Biotechnologii Lentikats® pro kontinuální odstraňování dusičnanů z eluátů iontoměničových kolon
- **Potenciální komplikace:**
 - inhibice denitrifikace vysokou koncentrací solí
 - jiná inhibice imobilizovaných mikroorganismů vysokou koncentrací solí
 - nedostatek živin pro reprodukci imobilizovaných bakterií

Alternativy řešení

- **1. Denitrifikace při 100% matrici**
- **2. Denitrifikace při zředěné matrici**
 - v případě inhibice kinetiky denitrifikace solemi → nejmenší ředění pro maximální rychlost denitrifikace
 - není žádoucí – spotřeba vody

Eluáty dle zadání

- **Složení**

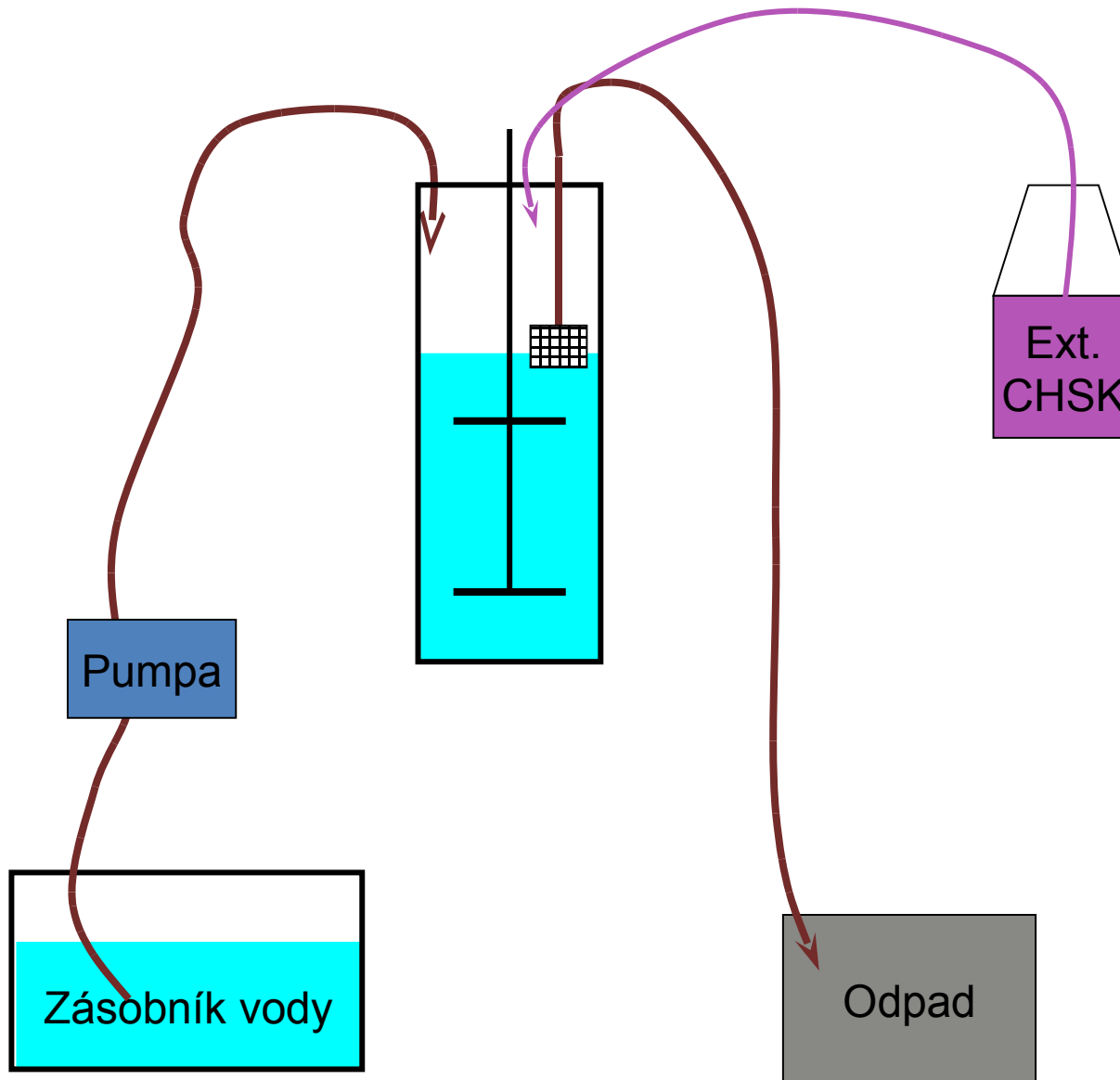
- NaCl 20 g/l
- Na₂SO₄ 2 g/l
- NO₃⁻ až 10 g/l

Eluáty dle zadání

- Složení

- NaCl 20 g/l
 - Na₂SO₄ 2 g/l
 - NO₃⁻ až 10 g/l
- = 100% matrice**

Lentikats – schéma aparatury



Video 1

Video 2



Experimentální část

- **Reaktor**

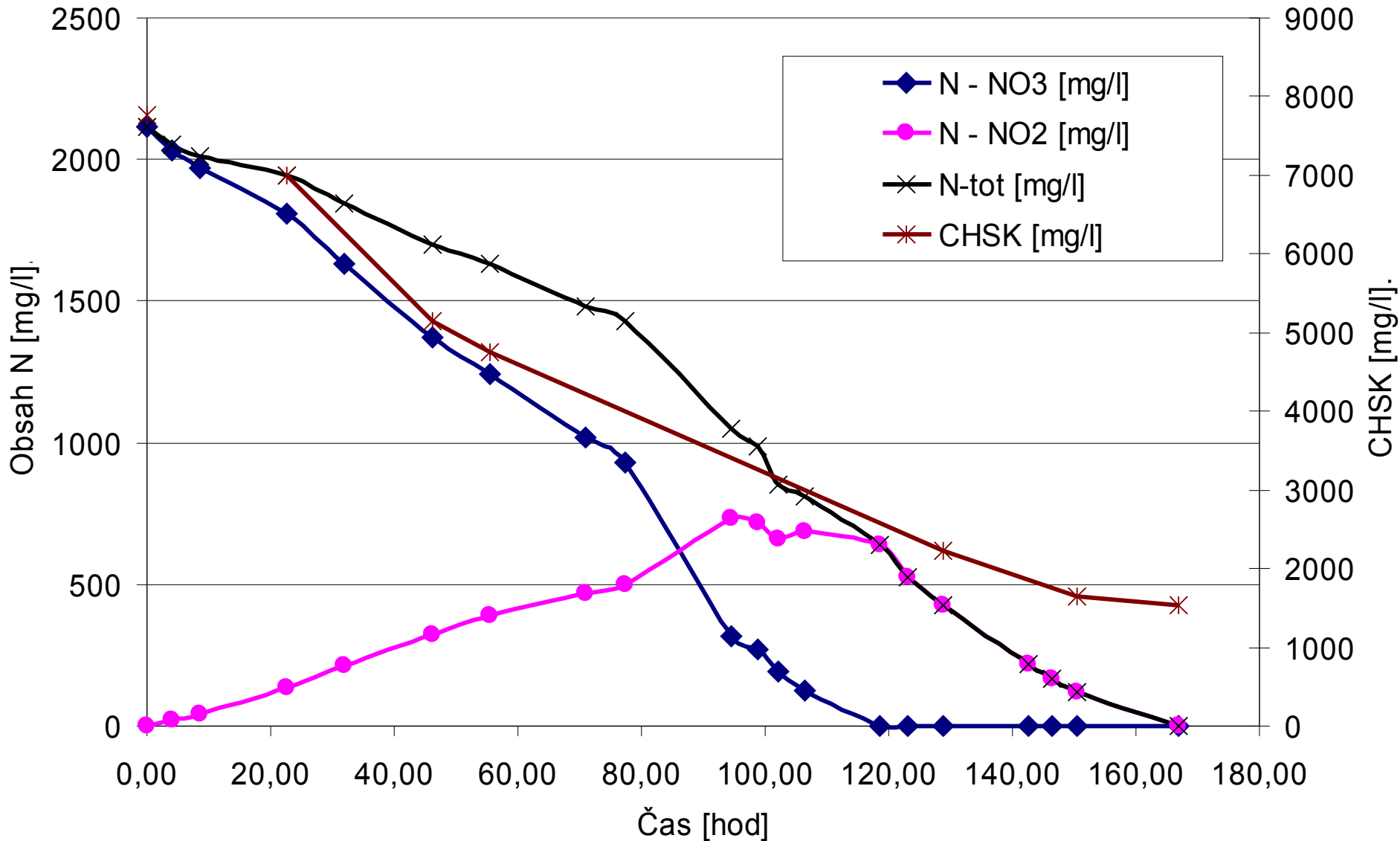
- skleněný, válcovitý
- pracovní objem 10 litrů (vsádkové exp.) resp. 12 litrů (kontinuální exp.).
- míchání lopatkovitým míchadlem cca 70-120 rpm pro udržení BL ve vzhledu
- sondy pH, O₂, teplota

Experimentální část

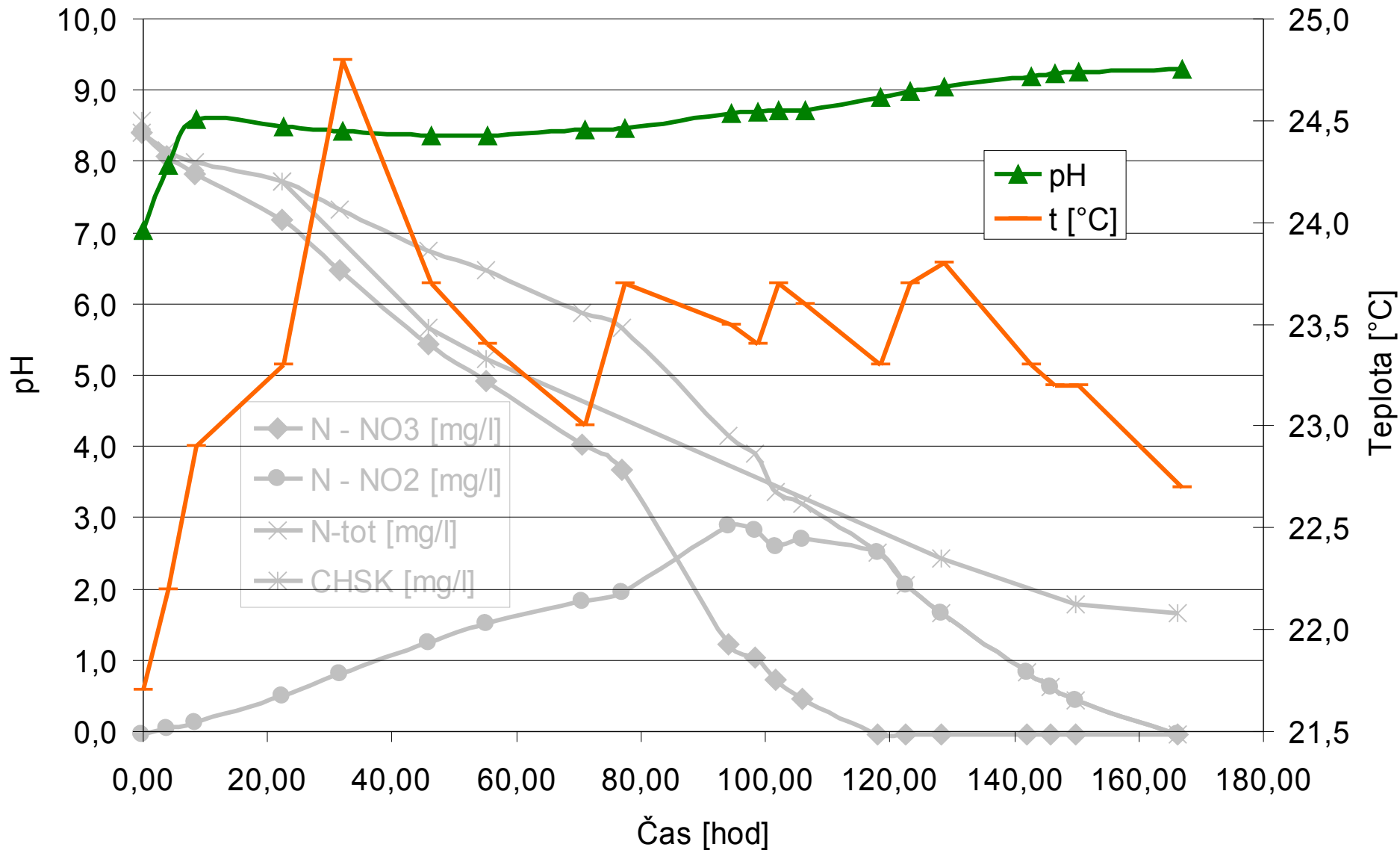
- **Biokatalyzátor lentikats (BL)**

- denitrifikační s imobilizovanou čistou kulturou *Paracoccus denitrificans* – kulovitá G- bakterie, fakultativně anaerobní, schopná částečně aerobní denitrifikace
- 1 kg vlhkého BL / reaktor

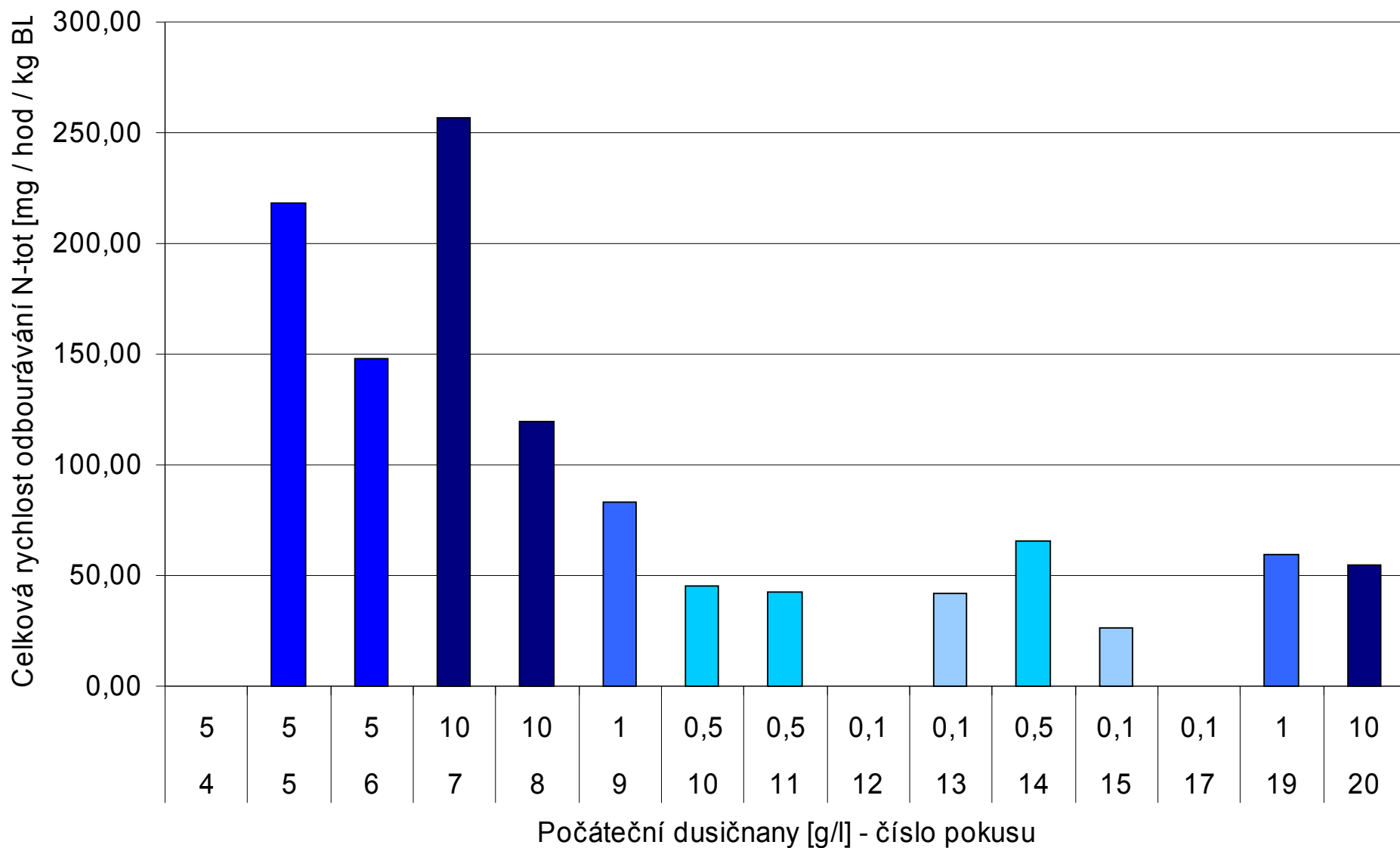
1. Etapa – vsádkové testy s proměnlivou koncentrací NO_3^-



1. Etapa – vsádkové testy s proměnlivou koncentrací NO_3^-



Celková rychlost odbourávání N-tot



2. Etapa - vsádkové testy s ředěnou maticí

- **Cíl:** Sledovat, zda se zlepšuje kinetika při zředění výchozí matrice na nižší koncentraci solí.
- **Pokusy:** sada vsádkových pokusů se stejnou koncentrací dusičnanů (5 g/l) a CHSK (4,2 g / g N) a proměnlivou koncentrací matrice

Ředění matrice – korelace

	Ma-trice	lin v N-NO3	lin v Ntot	t na 1 g N tot	prům. tep.	prům. pH	pH start	Čas od oživení	NO2 max t	NO2 max
Matrice	1,00	-0,13	-0,28	0,42	0,04	0,41	0,24	0,57	0,29	0,20
lin v N-NO3	-0,13	1,00	0,87	-0,81	0,79	0,00	0,20	-0,56	-0,91	0,41
lin v Ntot	-0,28	0,87	1,00	-0,84	0,61	-0,09	0,11	-0,65	-0,86	0,16
t na 1 g N tot	0,42	-0,81	-0,84	1,00	-0,62	0,10	-0,13	0,80	0,82	0,00
prům. tep.	0,04	0,79	0,61	-0,62	1,00	-0,13	0,17	-0,34	-0,71	0,24
prům. pH	0,41	0,00	-0,09	0,10	-0,13	1,00	0,49	0,03	-0,05	0,06
pH start	0,24	0,20	0,11	-0,13	0,17	0,49	1,00	-0,20	-0,29	0,23
Čas od oživení	0,57	-0,56	-0,65	0,80	-0,34	0,03	-0,20	1,00	0,59	0,14
NO2 max t	0,29	-0,91	-0,86	0,82	-0,71	-0,05	-0,29	0,59	1,00	-0,35
NO2 max	0,20	0,41	0,16	0,00	0,24	0,06	0,23	0,14	-0,35	1,00

$\alpha = 0,95$

Korelace - nejdůležitější závěry

- **Faktory ovlivňující kinetiku:**

1. čas od posledního oživení

2. teplota

3. matrice

- slabá korelace jen s časem na odbourání 1 g N_{tot}

- žádná korelace s lineární rychlostí odbourávání $N-NO_3$

3. Etapa – kontinuální denitrifikace při 100% matrici

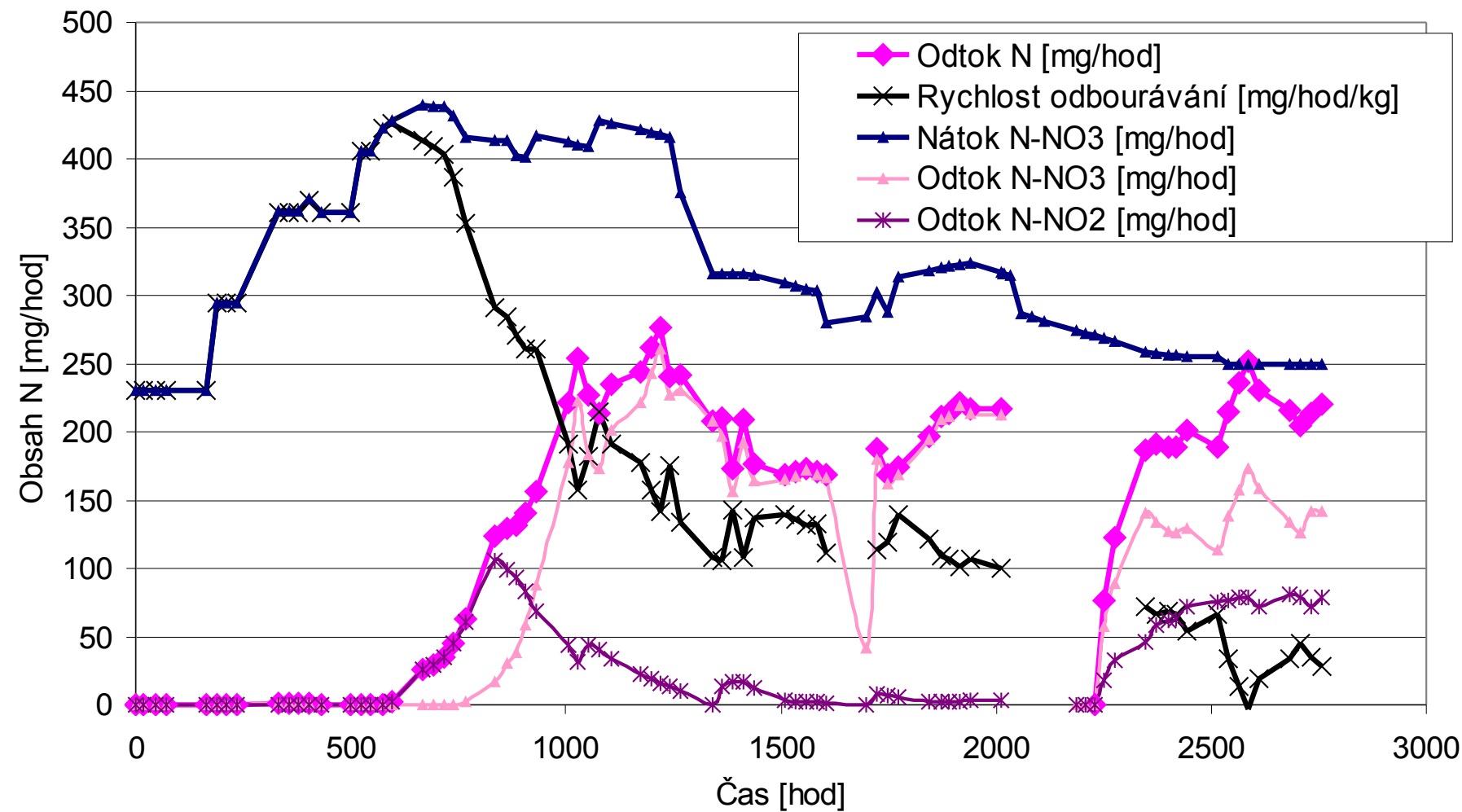
- Proměnlivá nátoková rychlost
- Proměnlivá nátoková koncentrace dusičnanů
- 1 kg BL
- pracovní objem 12 litrů

- celkem 5 pokusů

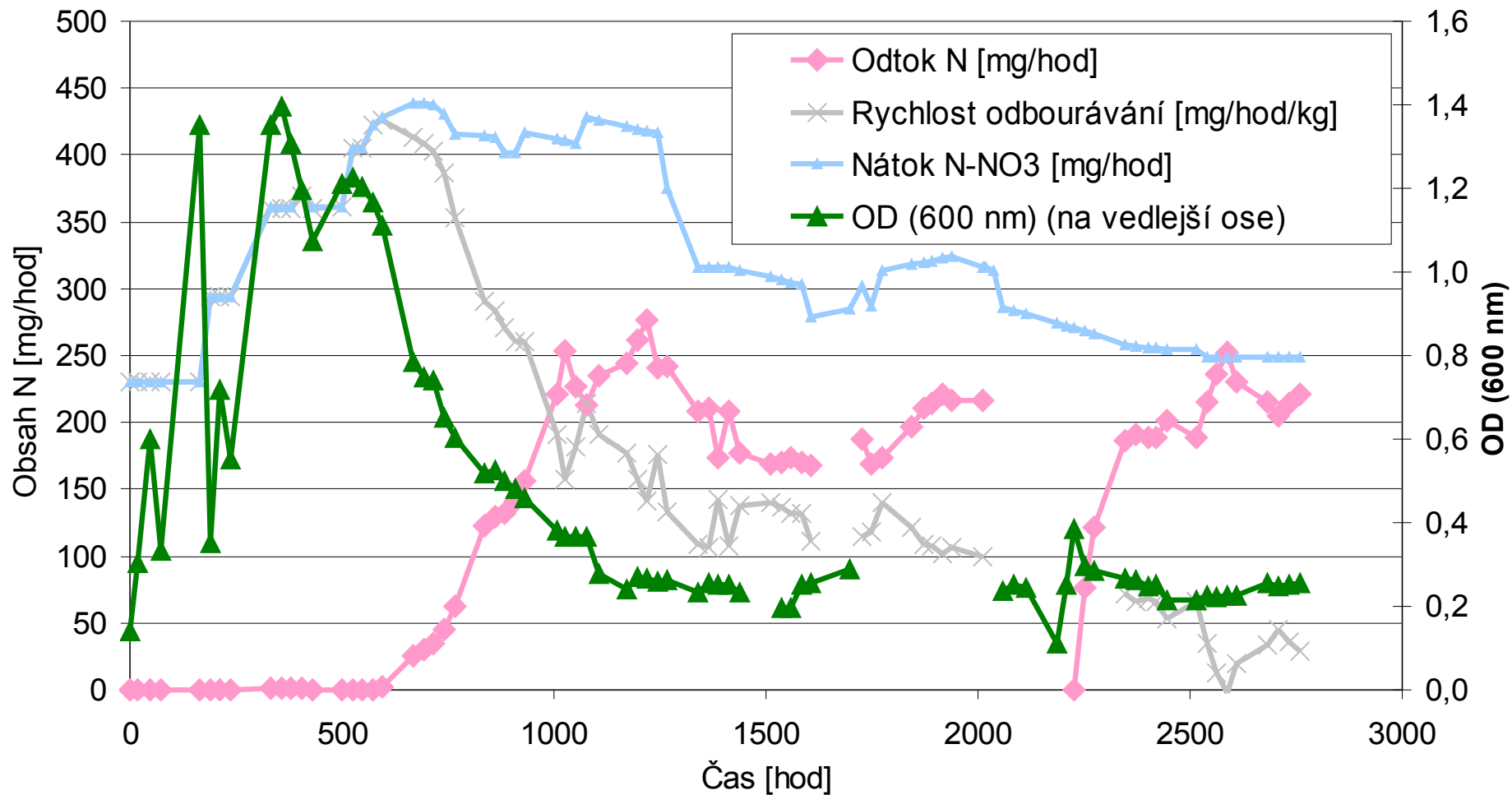
Závěrečný pokus 79

- Po předchozí opakované regeneraci
- Start do slané vody bez dusičnanů
- Postupné zvyšování a později snižování nátoku
- Dusičnany 5,5 g/l

Pokus 79



Pokus 79

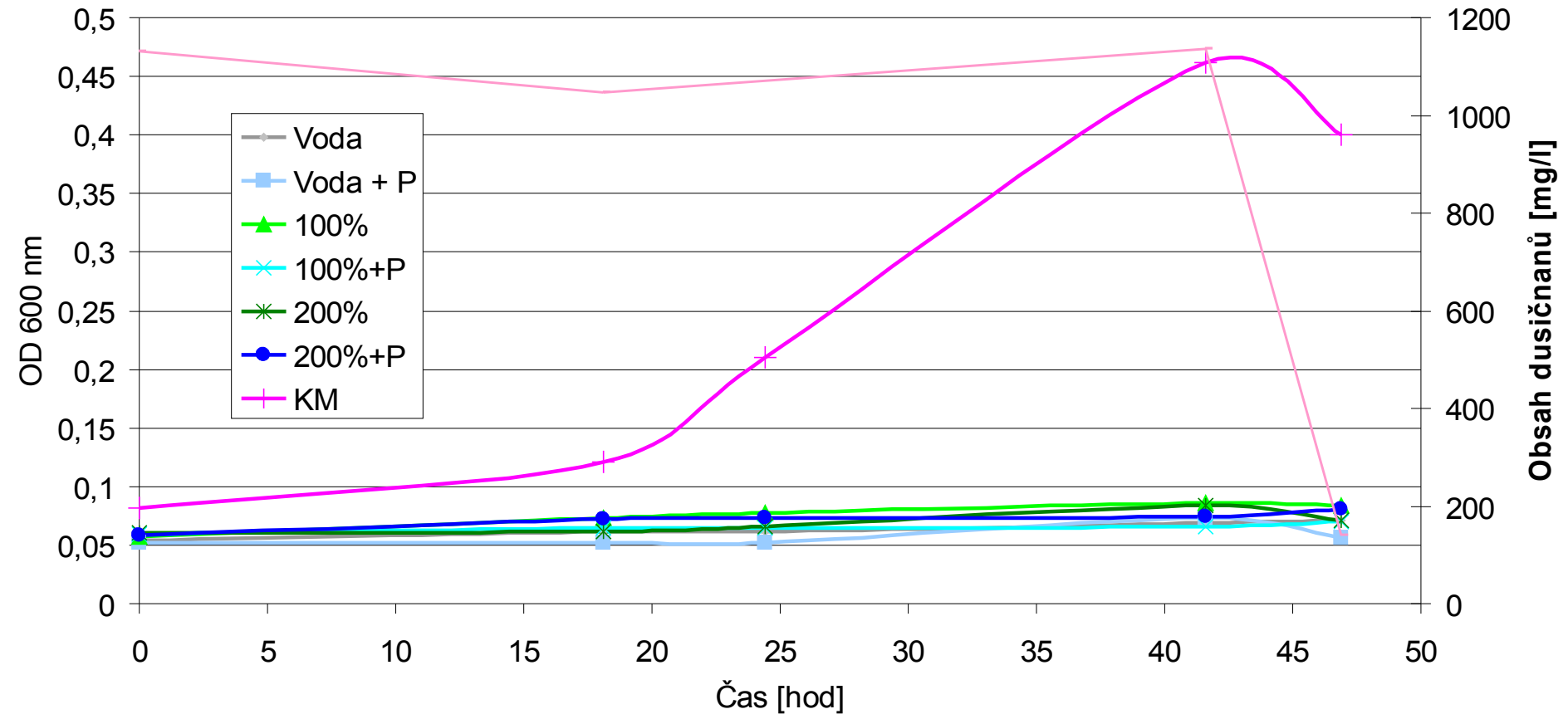


- Zadané eluáty je možné denitrifikovat pomocí biotechnologie Lentikats®
- Stěžejním problémem je nedostatek živin v eluátech a postupný úhyn imobilizovaných mikroorganismů –
nutnost pravidelných regenerací biokatalyzátoru
- Zbývá optimalizovat přidavek externí CHSK a intervaly regenerace

Děkuji za pozornost

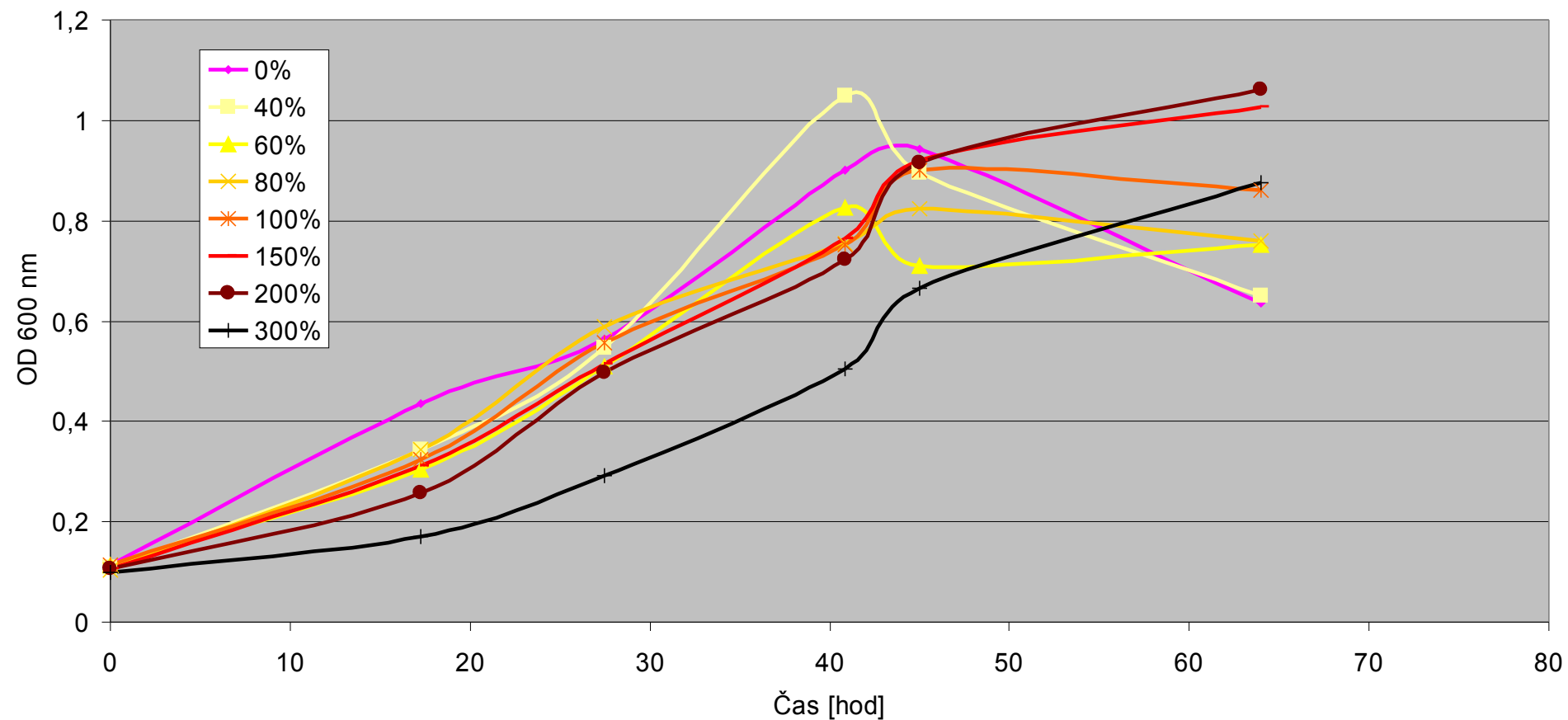


6. Srovnání KM vers. eluáty

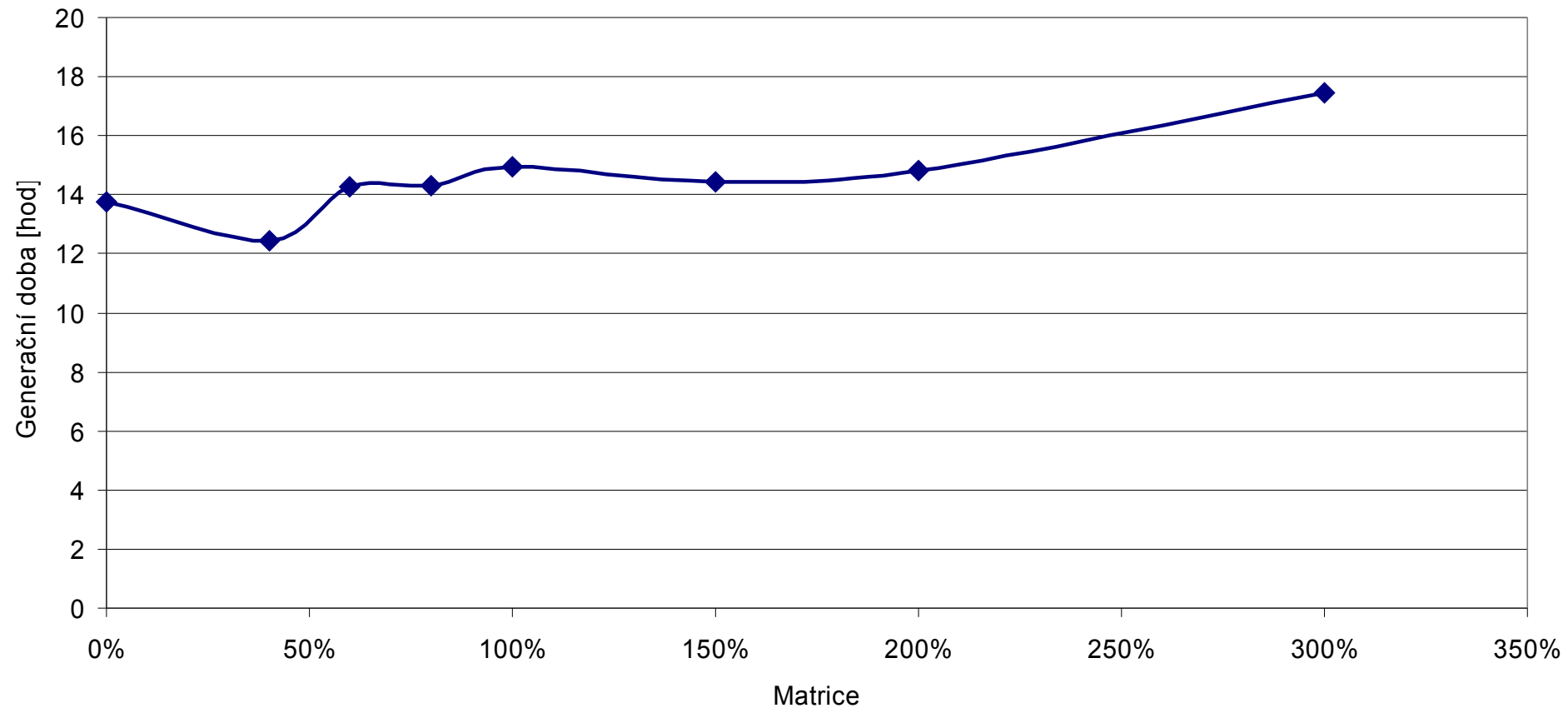


Generační doba = 12,2 hod

6. Srovnání solí



6. Srovnání solí



5. Ředění – experimenty chronologicky

