Zámky, transakce a izolační úrovně v SQL Serveru

Mgr. David Gešvindr
MVP: Azure | MCSE: Data Platform | MCSD: Windows Store | MCT | MSP
david@wug.cz
@gesvindr

Motivace

- Databázové systémy jsou častým úložištěm dat pro vaše aplikace
- Jejich správné použití je klíčové pro bezchybný chod aplikace
- Celá řada vývojářů pracuje s relační databází a není si plně vědoma:
  - Vlastností transakcí
  - Negativních důsledků souběžného zpracování
  - Možností, jak se problémům při souběžném zpracování bránit

Osnova

1. Transakce
2. Zámky
3. Izolační úrovně a problémy souběžného zpracování
4. Nešlo by to bez zámků?

Osnova

1. **Transakce**
2. Zámky
3. Izolační úrovně a problémy souběžného zpracování
4. Nešlo by to bez zámků?

Transakce

- Základní vlastnosti transakce:

Atomicity (atomičnost)

Consistency (konzistence)

Isolation (izolace)

Durability (trvalost)

Atomicity

- Všechny operace v rámci transakce musí být provedeny **kompletně** nebo **vůbec**
- Každá operace modifikující data probíhá automaticky v transakci
- Typy transakcí
  - Explicitní transakce
    - XACT_ABORT
  - Autocommit transakce
  - Implicitní transakce

Consistency

- Každá transakce může měnit data jen **povoleným způsobem**
- Databáze **musí být v platném** stavu před provedením transakce a i po provedení transakce
- Platný stav je určen integritními omezeními definovanými nad daty
  - Primary Key, Unique Key
  - Foreign Key
  - Check Constraint
  - Omezení operací nad daty – uložená procedura
- Také interní datové struktury musí být v platném stavu
  - Např.: Neobsahují ukazatele na neexistující stránky

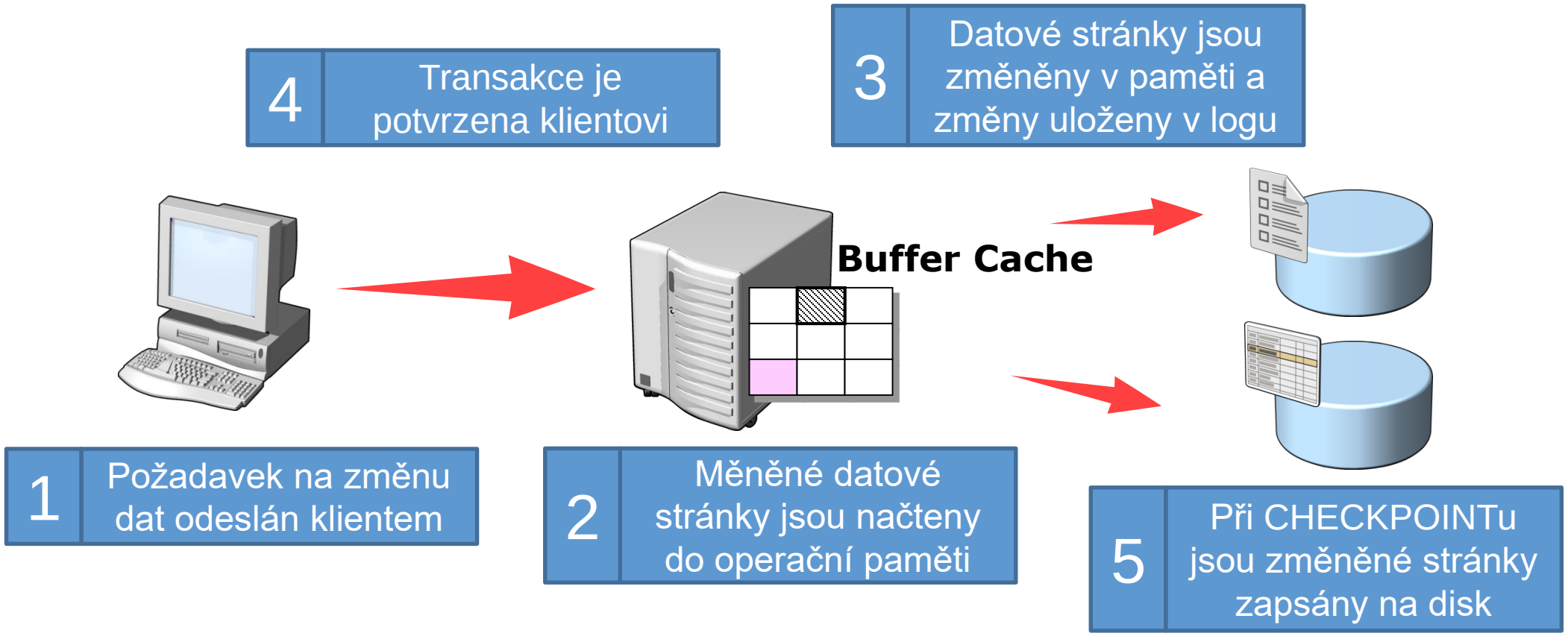
Isolation

- Přesto, že probíhá v databází více současných transakcí, **vzájemně se neovlivňují**

- Toto neplatí obecně
- Jsou různé úrovně izolace a výchozí úroveň izolace **read committed neřeší** všechny možné problémy
- Je nutné chápat rozdíly a správně nastavit izolační úroveň

Durability

- Jakmile klient obdrží informaci, že transakce byla potvrzena (commited), je **garantováno**, že změny jsou trvale uloženy



Osnova

1. Transakce
2. **Zámky**
3. Izolační úrovně a problémy souběžného zpracování
4. Nešlo by to bez zámků?

Pessimistic vs. optimistic concurrency

- Při souběžném přístupu může chtít více spojení **aktualizovat stejná data**
  - Aktualizace dat zahrnuje jejich přečtení a následnou změnu

- **Pessimistic concurrency**
  - Data jsou vhodně uzamykána, aby nemohla být změněna

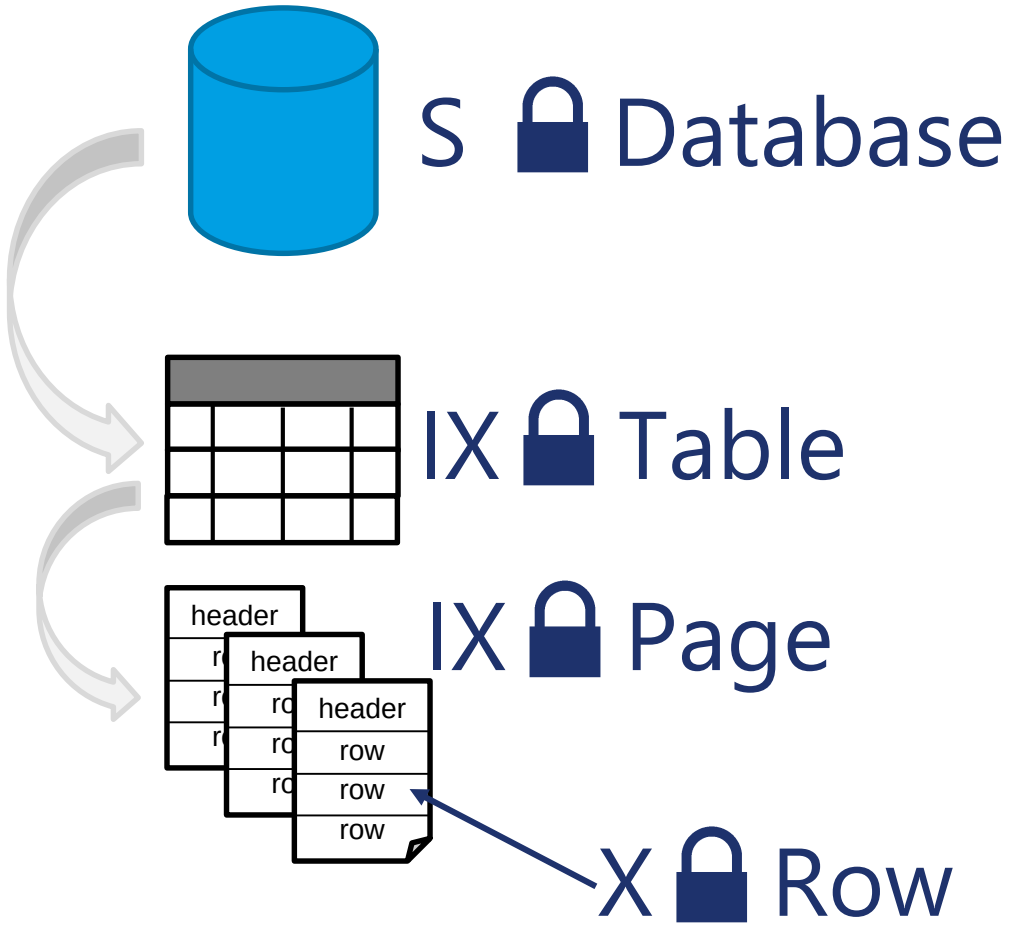
- **Optimistic concurrency**
  - Data nejsou uzamykána, ale před každou aktualizací se kontroluje, že od načtení data nikdo nezměnil

Jak fungují zámky

1. Připojíme se k databázi
   - Vznikne sdílený zámek nad databází
2. Spustíme dotaz:

```
UPDATE table1
SET Name = ‘David’
WHERE Id = 10
```

   - Je třeba exkluzivně uzamknout řádek
   - Zamykat je však třeba shora
   - Intent eXclusive zámek



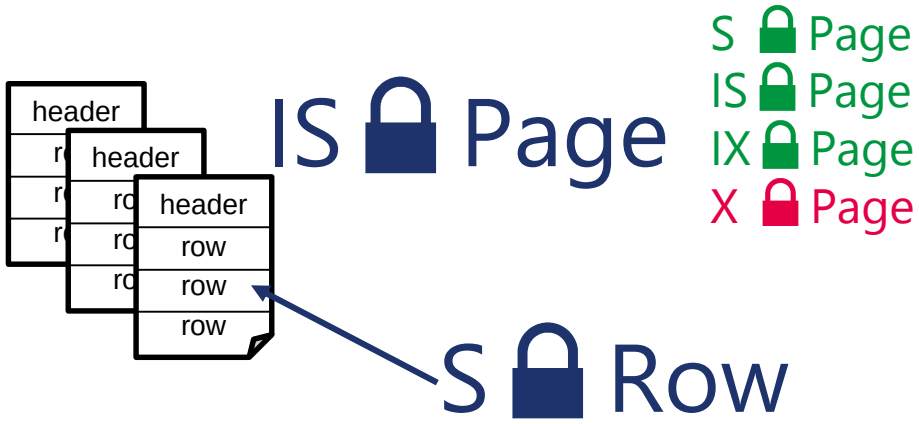
Typy zámků v SQL Serveru

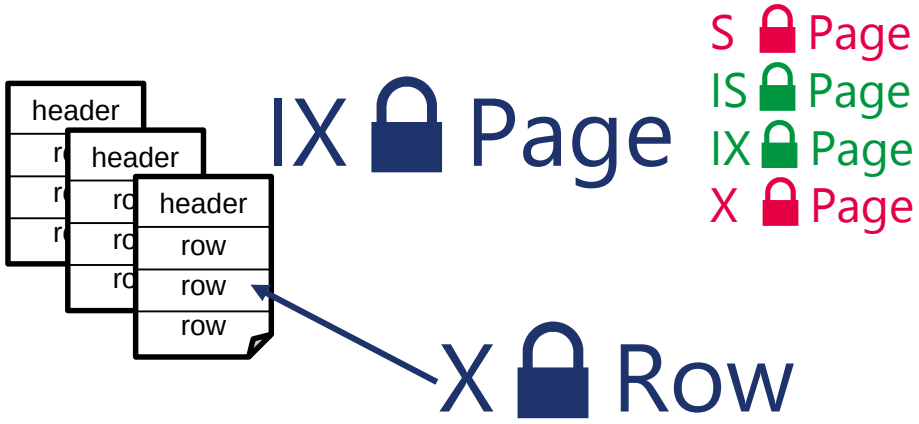
- Shared Lock
  - Je možné zdroj číst, ale neměnit
- Update Lock
  - Signalizace, že budeme měnit, ale zatím neměníme
  - Kvůli snížení blokování čtení
- Exclusive Lock
  - Je možné zdroj modifikovat

Požadovaný zámek	Aktivní zámek: Shared	Aktivní zámek: Update	Aktivní zámek: Exclusive
Shared	GRANT	GRANT	WAIT
Update	GRANT	WAIT	WAIT
Exclusive	WAIT	WAIT	WAIT

Typy zámků v SQL Serveru

- Intent Lock
  - Chrání před vytvořením nekompatibilního zámku nad nadřazeným objektem





Rozsah zámků

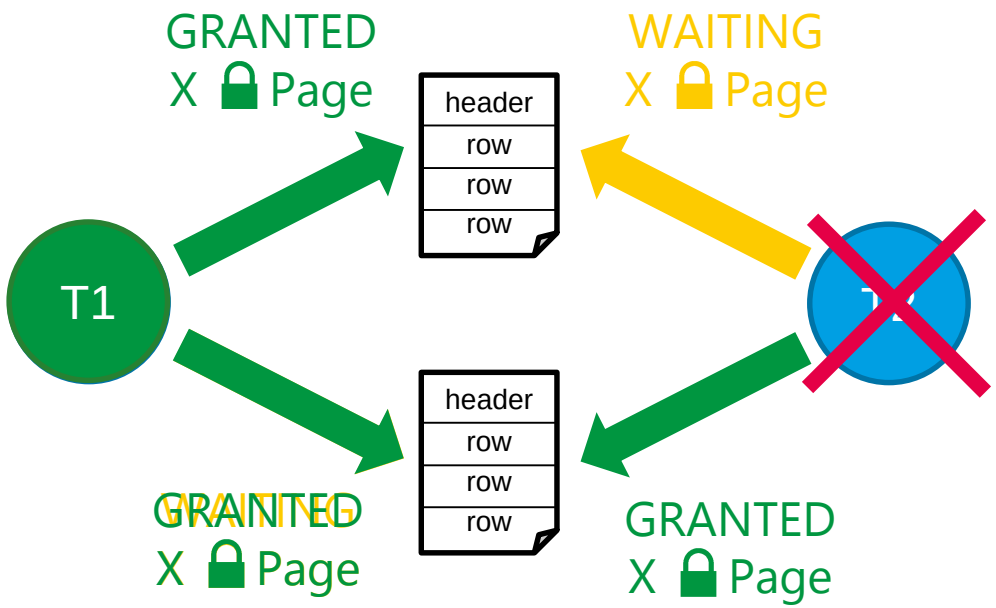
- SQL Server určí při kompilaci dotazu potřebné rozsahy zámků
  - Snaha je co nejméně blokovat ostatní

- Lock Escalation
  - Pokud je při běhu dotazu překročena hranice 5000 zámků
  - Zvýšena úroveň zámků, sníženy nároky na zdroje

Live Lock a Deadlock

- Blocking (live locking)
  - Transakce čeká na uvolnění jiných zámků
  - Transakce se nemohou předbíhat

- Deadlock
  - Uváznutí
  - Background deadlock monitor
  - Deadlock victim error 1205
  - Úprava aplikace
    - Přístup ke zdrojům ve stejném pořadí



Osnova

1. Transakce
2. Zámky
3. **Izolační úrovně a problémy souběžného zpracování**
4. Nešlo by to bez zámků?

Lost Updates

- Vzájemné přepsání změn
- Např.:
  - **Editor A** si v 8:00 stáhne článek a celý den na něm pracuje
  - **Editor B** si v 9:00 stáhne článek a celý den na něm pracuje
  - **Editor A** uloží novou verzi článku v 15:00
  - **Editor B** přepíše článek svou verzí v 15:30
  - Práce **editora A** je ztracena
- Řešení:
  - **Editor A** si článek **exkluzivně uzamkne**

Dirty Read

- Čtení nepotvrzených změn (mezivýsledků) jiné transakce

```sql
/* Query 1 */
SELECT age FROM users WHERE id = 1;
/* will read 20 */
```

```sql
/* Query 2 */
UPDATE users SET age = 21 WHERE id = 1;
/* No commit here */
```

```sql
/* Query 1 */
SELECT age FROM users WHERE id = 1;
/* will read 21 */
```

```sql
ROLLBACK; /* lock-based DIRTY READ */
```

Level 0 – Read Uncommitted

Problém: Dirty Read

- Při čtení dat nejsou vytvářeny sdílené zámky
  - Transakce může číst i nepotvrzená data

- **Modifikace dat vytváří exkluzivní zámky vždy nehledě na izolační úroveň**

- Vhodné použití:
  - Čtení dat, kde nezáleží na přesném stavu
  - Není blokováno čtení a není blokován ani další zápis
    - Jsou pouze blokovány modifikace schématu (SCH_S)
  - **Používat velmi opatrně**

Level 1 – Read Committed

Inconsistent Analysis / Non-repeatable Reads + Phantoms

- Pro čtení dat jsou vyžadovány sdílené záznamy
  - Není možné číst nepotvrzená data (exkluzivní zámky uvolněny na konci transakce)
- Neposkytuje absolutní přesnost při čtení dat
  - Při rozsáhlém čtení je i v rámci jedné tabulky možné narazit na nekonzistence
- Sdílené zámky jsou uvolňovány hned po přečtení dat

Non-repeatable Read

- Při opakovaném čtení dat v téže transakci přečteme jiná data

```
/* Query 1 */
SELECT * FROM users WHERE id = 1;
```

```
/* Query 2 */
UPDATE users SET age = 21 WHERE id = 1;
COMMIT; /* in multiversion concurrency
   control, or lock-based READ COMMITTED */
```

```
/* Query 1 */
SELECT * FROM users WHERE id = 1;
COMMIT; /* lock-based REPEATABLE READ */
```

Level 2 – Repeatable Read

Phantoms

- Sdílené zámky jsou uvolněny až na konci transakce
- Ostatní transakce mohou data číst, ale nemohou je měnit
  - Jakákoliv přečtená data jsou po celou dobu života transakce stejná

- Nevýhody:
  - Jakákoliv data, kterých se dotkneme, uzamkneme až do konce transakce
  - Rizika rozsáhlého blokování
  - Problém s fantomy

Phantom Read

- Při opakovaném čtení dat se objeví nový záznam

```
/* Query 1 */
SELECT * FROM users
WHERE age BETWEEN 10 AND 30;
```

```
/* Query 2 */
INSERT INTO users VALUES ( 3, 'Bob', 27 );
COMMIT;
```

```
/* Query 1 */
SELECT * FROM users
WHERE age BETWEEN 10 AND 30;
COMMIT;
```

Level 3 – Serializable

- Využívá navíc **range-locks**
  - uzamknou určitý rozsah hodnot
  - nemůže být přidán žádný nový záznam

- Efektivní provedení **vyžaduje vhodný index**
  - Uzamčení vhodných uzlů ve stromu
  - **Pokud není vhodný index – vznikne zámek nad celou tabulkou**

Nastavení izolační úrovně

- Pro celé spojení pomocí příkazu:

```
SET TRANSACTION ISOLATION LEVEL READ UNCOMMITTED
```

  - Izolační úroveň se od daného okamžiku aplikuje se na všechny operace prováděné **v daném spojení**

- Pro individuální operace s pomocí HINTů:

```
SELECT * FROM Users WITH(NOLOCK)
```

  - Velmi dobře si rozmyslete jaký bude dopad, když budete míchat jednotlivé izolační úrovně uvnitř transakce
  - Seznam HINTů: https://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms187373.aspx

Osnova

1. Transakce
2. Zámky
3. Izolační úrovně a problémy souběžného zpracování
4. **Nešlo by to bez zámků?**

Nešlo by to bez zámků?

- Od **SQL Serveru 2005** přidána možnost automaticky verzovat záznamy
- Rozšíření možností stávajících izolačních úrovní

- **Pozor – 2 oddělené technologie!**
  - **Read Commited Snapshot Isolation**
  - **Snapshot Isolation Level**

Read Commited Snapshot Isolation

- Zajištěna konzistence na úrovni **1 dotazu**
- Automaticky bude využíván místo vytváření sdílených zámků v READ COMMITTED izolační úrovni

- Aktivace pomocí příkazu:

```
ALTER DATABASE [teched2015]
SET READ_COMMITTED_SNAPSHOT ON
WITH ROLLBACK AFTER 10
```

Snapshot Isolation Level

- Nová izolační úroveň, kterou je třeba **explicitně aktivovat**
- Poskytuje vlastnosti úrovně **serializable**
- Minimalizuje počet zámků
  - Např.: Jeden uživatel generující report nezablokuje půl systému

- Aktivace pomocí příkazu:

```
ALTER DATABASE [teched2015]
SET ALLOW_SNAPSHOT_ISOLATION ON
```

Negativní dopad snapshotů

- Aktivací jedné či obou úrovní snapshot izolace se automaticky začnou verzovat všechna modifikovaná data
- Zátěž na **tempdb** kde je uloženo **row version store**
- Hlavička řádku se zvětší o 14 bajtů, pokud se řádek verzuje
- Pokud 2 transakce ve **snapshot isolation level** začnou měnit navzájem data – dojde ke konfliktu a jedna je ukončena

Osnova

1. Transakce
2. Zámky
3. Izolační úrovně a problémy souběžného zpracování
4. Nešlo by to bez zámků?

Dotazy

Mgr. David Gešvindr
MVP: Azure | MCSE: Data Platform | MCSD: Windows Store | MCT | MSP
david@wug.cz
@gesvindr