

Multiversionarea

Seminar 4

Monitorizarea blocărilor

SQL Server Extended Events

- Este un sistem de **monitorizare** a **performanței** care utilizează resurse **minime**
- Oferă două interfețe grafice pentru utilizatori care pot fi folosite pentru a crea, afișa, modifica și analiza datele sesiunii:
New Session și *New Session Wizard*

Monitorizarea blocărilor

Procedura stocată sistem *sp_lock*

- Această funcționalitate se află în *maintenance mode*
- Oferă informații despre **blocări** (locks)
- Sintaxa:

```
sp_lock [ [ @spid1 = ] 'session ID1' ] [ , [ @spid2 = ] 'session ID2' ] [ ; ]
```

- Rezultatul returnat după apelul acestei proceduri conține câte o înregistrare pentru fiecare blocare menținută de sesiunile specificate ca parametri (dacă **nu** se specifică niciun id de sesiune ca parametru, sunt afișate **toate** blocările menținute de **toate** sesiunile **active** pe server)

Monitorizarea blocărilor

Dynamic management view-ul sistem *sys.dm_tran_locks*

- Returnează informații despre resursele *lock manager* **active** în **prezent**
- Fiecare **înregistrare** reprezintă o cerere **activă** în **prezent** către *lock manager* pentru o **blocare** ce a fost **acordată** sau **așteaptă să fie acordată**

Monitorizarea blocărilor

Dynamic management view-ul sistem
sys.dm_tran_active_transactions

- Returnează informații despre **tranzacții** pentru instanța SQL Server

Monitorizarea blocărilor

Tipuri de resurse:

- **RID** – identificador de înregistrare
- **Key** – interval de chei într-un **index** (blocări *key range*)
- **Pagină** – pagină de 8 KB din **tabele/indecși**
- **HoBT** – Heap or balanced tree
- **Tabel, fișier, bază de date**
- **Metadata**
- **Aplicație**

Query Governor

SET QUERY_GOVERNOR_COST_LIMIT

- **Suprascrie** valoarea actuală configurată pentru **query governor cost limit** (pentru **conexiunea curentă**)
- *Query cost* se referă la **timpul estimat** (în secunde) necesar **execuției** unei **interogări** pe o anumită **configurație hardware**
- *Query optimizer*-ul **estimează** numărul de secunde **necesare** pentru **execuția** unei **interogări** și în cazul în care **valoarea estimată** este mai **mare** decât **limita stabilită**, interogarea **nu** va fi executată
- Valoarea **implicită** este **0** (această valoare **permite** execuția **tuturor** interogărilor)

DBCC LOG

- Returnează informații despre *log*-ul de tranzații

- Sintaxa:

DBCC LOG (<datasasename>,<output id>)

<output id> este o valoare cuprinsă între 0 și 4
(specifică **nivelul de detaliere**)

<datasasename> este **numele** bazei de date

- Exemplu:

DBCC LOG (SGBDIR,2)

Niveluri de izolare în SQL Server

- **READ UNCOMMITTED**: fără blocări la citire
- **READ COMMITTED**: este nivelul de izolare **implicit** și **menține** blocările pe **durata execuției** instrucțiunii (elimină dirty reads)
- **REPEATABLE READ**: **menține** blocările pe **durata tranzacției** (elimină unrepeatable reads)
- **SERIALIZABLE**: **menține** blocările și blocările *key range* pe **durata întregii tranzacții** (elimină phantom reads)
- **SNAPSHOT**: lucrează pe un *snapshot* al datelor
- Sintaxa SQL:

```
SET TRANSACTION ISOLATION LEVEL { READ UNCOMMITTED |  
READ COMMITTED | REPEATABLE READ | SNAPSHOT |  
SERIALIZABLE }
```

Multiversionarea

- Într-un sistem de gestiune a bazelor de date cu **multiversionare**, fiecare **scriere** a unui item x produce o **nouă versiune** (copie) a lui x
- La fiecare **citire** a lui x , sistemul de gestiune a bazelor de date **selectează** una din **versiunile** lui x pentru citire
- Deoarece **nu** există suprascrieri între operațiile de scriere, iar operațiile de citire pot citi orice versiune, sistemul de gestiune a bazelor de date are mai multă **flexibilitate** în controlul ordinii scrierilor și citirilor

Versionarea la nivel de înregistrare (RLV)

- A fost introdusă în **SQL Server 2005**
- Este **utilă** când este nevoie de date **comise**, dar **nu** neapărat de cea mai **nouă** versiune
- **Read Committed Snapshot Isolation** și **Full Snapshot Isolation**
 - Cititorul **nu** blochează niciodată
 - Cititorul primește valoarea comisă **anterior**
- Toate versiunile mai **vechi** sunt stocate în baza de date *tempdb*
- Pe baza versiunilor mai **vechi** se poate construi un **snapshot** al datelor

Read Committed Snapshot Isolation

Toate operațiile văd înregistrările **comise** la **începerea** execuției **lor** =>

- *Snapshot* al datelor la nivel de **comandă**
- Citire **consistentă** la nivel de **comandă**
- Disponibil la utilizarea nivelului de izolare READ COMMITTED (default) cu opțiunea **READ_COMMITTED_SNAPSHOT** setată pe ON
- Setarea opțiunii READ_COMMITTED_SNAPSHOT pe ON:

```
ALTER DATABASE database_name
```

```
SET READ_COMMITTED_SNAPSHOT ON;
```


Full Snapshot Isolation

Toate operațiile văd înregistrările **comise** la **începerea** execuției **tranzacției** =>

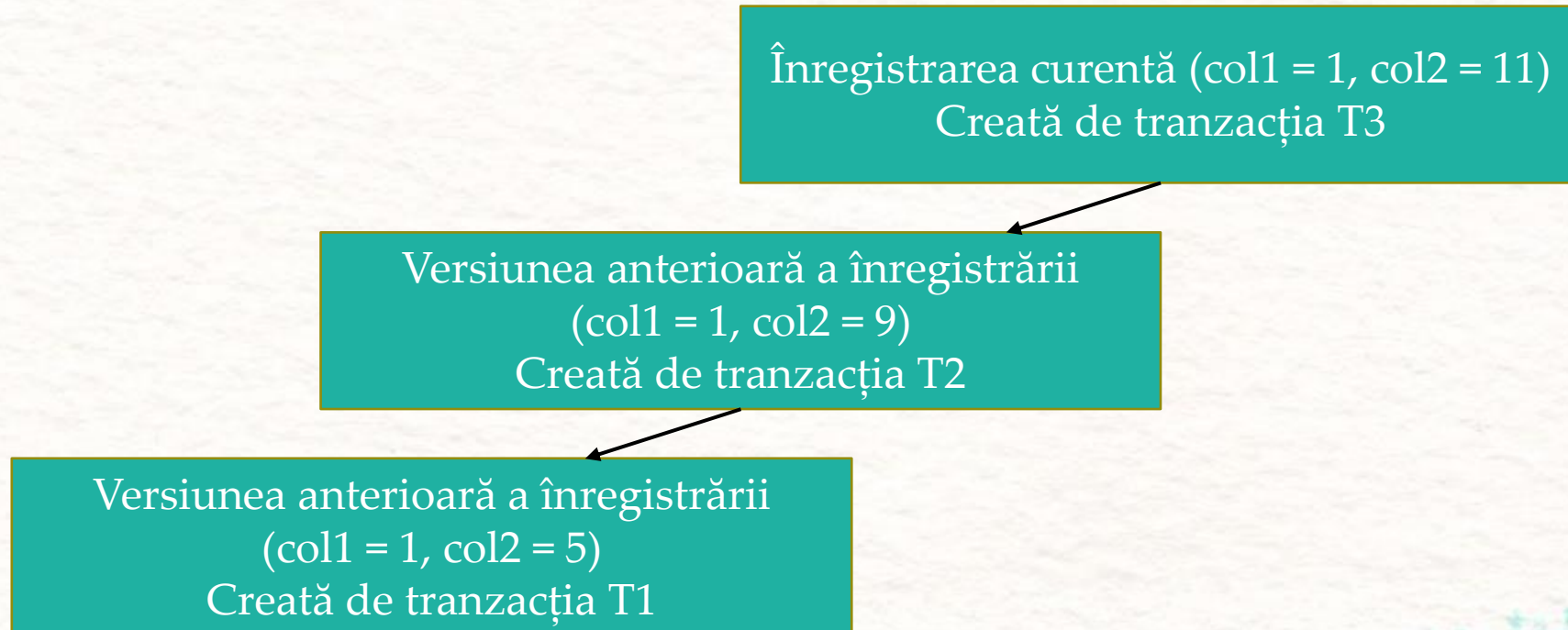
- *Snapshot* al datelor la nivel de **tranzacție**
- Citire **consistentă** la nivel de **tranzacție**
- Nivelul de izolare **SNAPSHOT** poate fi folosit dacă opțiunea **ALLOW_SNAPSHOT_ISOLATION** este setată pe ON
- Setarea opțiunii **ALLOW_SNAPSHOT_ISOLATION** pe ON:

```
ALTER DATABASE database_name
```

```
SET ALLOW_SNAPSHOT_ISOLATION ON;
```

Versionarea la nivel de înregistrare

- O înregistrare conține **TSN** (transaction sequence number)
- Toate versiunile sunt stocate într-o **listă înlănțuită**



Versionarea la nivel de înregistrare

Avantaje

- Nivelul de concurență este mai **ridicat**
- **Mărește** performanța triggerelor și a creării indecșilor

Dezavantaje

- Cerințe de gestiune suplimentare pentru **monitorizarea** utilizării *tempdb*
- Performanța mai **scăzută** a operațiilor de **modificare**
- **Viteza** cititorilor este afectată de **costul** traversării listelor înlănțuite
- Se rezolvă conflictul dintre cititori și scriitori, dar tot **nu** sunt permisi scriitorii **simultani**

Triggere și versionarea la nivel de înregistrare

Triggerele au acces la două **pseudo-tabele**:

- Tabelul *deleted* care conține înregistrări șterse sau versiuni vechi ale înregistrărilor modificate
- Tabelul *inserted* care conține înregistrări inserate sau versiuni noi ale înregistrărilor modificate

Înainte de SQL Server 2005:

- Tabelul *deleted* era creat pe baza *log*-ului de tranzacții (afectează performanța)

Prin utilizarea versionării la nivel de înregistrare:

- Pentru tabele cu triggere relevante sunt versionate schimbările

Crearea indecșilor și versionarea la nivel de înregistrare

În versiunile **anterioare** de SQL Server, crearea sau reconstruirea indecșilor însemna:

- Tabel blocat **exclusiv** și date complet **inaccesibile** (index *clustered*)
- Tabel disponibil doar pentru **citire** și index **indisponibil** (index *nonclustered*)

Cu **versionare** la nivel de înregistrare:

- Indecșii sunt creați și reconstruiți **online**
- Toate cererile sunt procesate pe date **versionate**

Niveluri de izolare și anomalii de concurență

Nivel de izolare	Dirty Reads	Unrepeatable Reads	Phantom Reads	Update conflict	Model de concurență
Read Uncommitted	Da	Da	Da	Nu	Pesimist
Read Committed Locking	Nu	Da	Da	Nu	Pesimist
Read Committed Snapshot	Nu	Da	Da	Nu	Optimist
Repeatable Read	Nu	Nu	Da	Nu	Pesimist
Snapshot	Nu	Nu	Nu	Da	Optimist
Serializable	Nu	Nu	Nu	Nu	Pesimist

Instrucțiunea MERGE

- Instrucțiunea **MERGE** oferă posibilitatea de a **compara** înregistrări dintr-un tabel **sursă** cu înregistrări dintr-un tabel **destinație**
- Comenzile INSERT, UPDATE și DELETE pot fi executate pe baza **rezultatului** acestei **comparații**
- Tabelul *Filme*:

Cod_film	Titlu	An	Durata
1	IT	2017	NULL
2	IT	NULL	NULL
3	IT	NULL	135

Instrucțiunea MERGE – Sintaxa generală

```
MERGE Definiție_Tabel AS Destinație  
USING (Tabel_sursă) AS Sursă  
ON (Termeni de căutare)  
WHEN MATCHED THEN UPDATE SET sau DELETE  
WHEN NOT MATCHED [BY TARGET] THEN INSERT  
WHEN NOT MATCHED BY SOURCE THEN UPDATE  
SET sau DELETE
```


Instrucțiunea MERGE – Exemplu

```
MERGE Filme
```

```
USING (SELECT MAX(Cod_film) Cod_film, Titlu, MAX(An) An,  
MAX(Durata) Durata FROM Filme GROUP BY Titlu) MergeFilme
```

```
ON Filme.Cod_film=MergeFilme.Cod_film
```

```
WHEN MATCHED THEN UPDATE SET Filme.Titlu=MergeFilme.Titlu,  
Filme.An=MergeFilme.An, Filme.Durata=MergeFilme.Durata
```

```
WHEN NOT MATCHED BY SOURCE THEN DELETE;
```

Instrucțiunea MERGE – Exemplu

- Rezultat:

Cod_film	Titlu	An	Durata
3	IT	2017	135

PIVOT/UNPIVOT

- Schimbă o expresie *table-valued* într-un alt tabel
- **PIVOT** rotește o expresie *table-valued* transformând valorile **unice** dintr-o **coloană** din expresie în mai **multe** coloane în *output* și **calculează** valori **agregate** acolo unde este necesar, pe **valorile** oricăror **coloane** rămase care sunt dorite în rezultatul final
- **UNPIVOT** realizează operația **opusă**, rotind **coloanele** dintr-o expresie *table-valued* în **valori** de coloană

Sintaxa PIVOT

```
SELECT <non-pivoted column>, [first pivoted column] AS <column  
name>, [second pivoted column] AS <column name>, ... [last pivoted  
column] AS <column name>
```

```
FROM (<SELECT query that produces the data>) AS <source query>
```

```
PIVOT
```

```
(<aggregation function>(<column being aggregated>) FOR
```

```
[<column that contains values that become column headers>]
```

```
IN ( [first pivoted column], [second pivoted column], ... [last  
pivoted column]))
```

```
AS <alias for the pivot table> <optional ORDER BY clause>;
```


PIVOT - Exemplan

- Tabelul *Students*:

student_id	name	city
1	Jack	New York
2	Jane	Los Angeles
3	Rose	New York
4	Jill	New York
5	Anne	Los Angeles
6	John	London

PIVOT - Exemplu

- Pentru a afișa numărul de studenți pentru fiecare oraș, vom executa următoarea interogare:

```
SELECT city, COUNT(student_id) AS [number of students]  
FROM Students GROUP BY city;
```

- Obținem următorul rezultat:

city	number of students
London	1
Los Angeles	2
New York	3

PIVOT - Exemplu

- Vom transforma **valorile unice** din coloana *city* în **coloane** ale tabelului *output*:

```
SELECT 'number of students' AS 'city', [New York],  
[Los Angeles], [London] FROM (SELECT city, student_id FROM  
Students) AS SourceTable PIVOT (COUNT(student_id) FOR city  
IN ([Los Angeles], [London], [New York])) AS PivotTable;
```

- Rezultat:

city	New York	Los Angeles	London
number of students	3	2	1

Probleme de concurență – Exemplu (RLV)

- În SQL Server, vom crea o nouă bază de date numită 'SGBDPC'
- După ce baza de date a fost creată, vom seta opțiunile `READ_COMMITTED_SNAPSHOT` și `ALLOW_SNAPSHOT_ISOLATION` pe ON (pentru a activa *row versioning*):

```
ALTER DATABASE SGBDPC
```

```
SET READ_COMMITTED_SNAPSHOT ON;
```

```
ALTER DATABASE SGBDPC
```

```
SET ALLOW_SNAPSHOT_ISOLATION ON;
```

- După aceea, vom crea un nou tabel numit *Movies*:

Probleme de concurență – Exemplu (RLV)

```
CREATE TABLE Movies  
(  
    movie_id INT PRIMARY KEY IDENTITY,  
    title VARCHAR(100),  
    year INT  
);
```

- Vom insera două înregistrări:

```
INSERT INTO Movies (title, year) VALUES  
('IT', 2017), ('Red Sparrow', 2018);
```

- Vom crea un tabel numit *Actors*:

Probleme de concurență – Exemplu (RLV)

```
CREATE TABLE Actors  
(  
    actor_id INT PRIMARY KEY IDENTITY,  
    firstname VARCHAR(100),  
    lastname VARCHAR(100)  
);
```

- Vom insera o înregistrare:

```
INSERT INTO Actors (firstname, lastname)  
VALUES ('Bill', 'Skarsgard');
```


Probleme de concurență – Exemplu (RLV)

- Dacă executăm următoarele interogări, putem vedea următoarele result set-uri:

```
SELECT * FROM Movies;
```

	movie_id	title	year
1	1	IT	2017
2	2	Red Sparrow	2018

```
SELECT * FROM Actors;
```

	actor_id	firstname	lastname
1	1	Bill	Skarsgard

- Exemplu unrepeatable reads:
- Deschidem două ferestre noi de interogare (două conexiuni)
- În prima fereastră de interogare punem următoarea tranzacție:

Probleme de concurență – Exemplu (RLV)

```
BEGIN TRAN;  
  
SELECT * FROM Movies;  
  
WAITFOR DELAY '00:00:06';  
  
SELECT * FROM Movies;  
  
COMMIT TRAN;
```

- În a doua fereastră de interogare punem următoarea tranzacție:

```
BEGIN TRAN;  
  
WAITFOR DELAY '00:00:03';  
  
UPDATE Movies SET year=2019 WHERE title='IT';  
  
COMMIT TRAN;
```

- Începem execuția primei și a celei de a doua tranzacții (în această ordine)

Probleme de concurență – Exemplu (RLV)

- În prima fereastră de interogare putem vedea următorul rezultat:

	movie_id	title	year
1	1	IT	2017
2	2	Red Sparrow	2018

	movie_id	title	year
1	1	IT	2019
2	2	Red Sparrow	2018

- După cum putem observa, aceeași interogare executată de două ori în aceeași tranzacție a returnat două valori diferite pentru aceeași înregistrare (unrepeatable reads)

Probleme de concurență – Exemplu (RLV)

- Exemplu phantom reads:
- Deschidem două ferestre noi de interogare (două conexiuni)
- În prima fereastră de interogare punem următoarea tranzacție:

```
BEGIN TRAN;
```

```
SELECT * FROM Movies WHERE year BETWEEN 2017 AND 2020;
```

```
WAITFOR DELAY '00:00:06';
```

```
SELECT * FROM Movies WHERE year BETWEEN 2017 AND 2020;
```

```
COMMIT TRAN;
```


Probleme de concurență – Exemplu (RLV)

- În a doua fereastră de interogare punem următoarea tranzacție:

```
BEGIN TRAN;
```

```
WAITFOR DELAY '00:00:03';
```

```
INSERT INTO Movies (title, year) VALUES  
( 'Black Panther', 2018);
```

```
COMMIT TRAN;
```

- Începem execuția primei și a celei de a doua tranzacții (în această ordine)

Probleme de concurență – Exemplu (RLV)

- În prima fereastră de interogare putem vedea următorul rezultat:

	movie_id	title	year
1	1	IT	2019
2	2	Red Sparrow	2018
	movie_id	title	year
1	1	IT	2019
2	2	Red Sparrow	2018
3	3	Black Panther	2018

- În aceeași tranzacție, o interogare care specifică un interval de valori în clauza WHERE a fost executată de două ori și numărul de înregistrări incluse în cel de-al doilea result set este mai mare decât numărul de înregistrări incluse în primul result set (phantom reads)

Probleme de concurență – Exemplu (RLV)

- Exemplu deadlock:
- Deschidem două ferestre noi de interogare (două conexiuni)
- În prima fereastră de interogare punem următoarea tranzacție:

```
SET TRANSACTION ISOLATION LEVEL SNAPSHOT;
```

```
BEGIN TRAN;
```

```
UPDATE Movies SET year=2017 WHERE title='IT';
```

```
WAITFOR DELAY '00:00:05';
```

```
UPDATE Actors SET firstname='Alexander' WHERE  
lastname='Skarsgard';
```

```
COMMIT TRAN;
```

Probleme de concurență – Exemplu (RLV)

- În a doua fereastră de interogare punem următoarea tranzacție:

```
SET TRANSACTION ISOLATION LEVEL SNAPSHOT;
```

```
BEGIN TRAN;
```

```
UPDATE Actors SET firstname='Alex' WHERE  
lastname='Skarsgard';
```

```
WAITFOR DELAY '00:00:05';
```

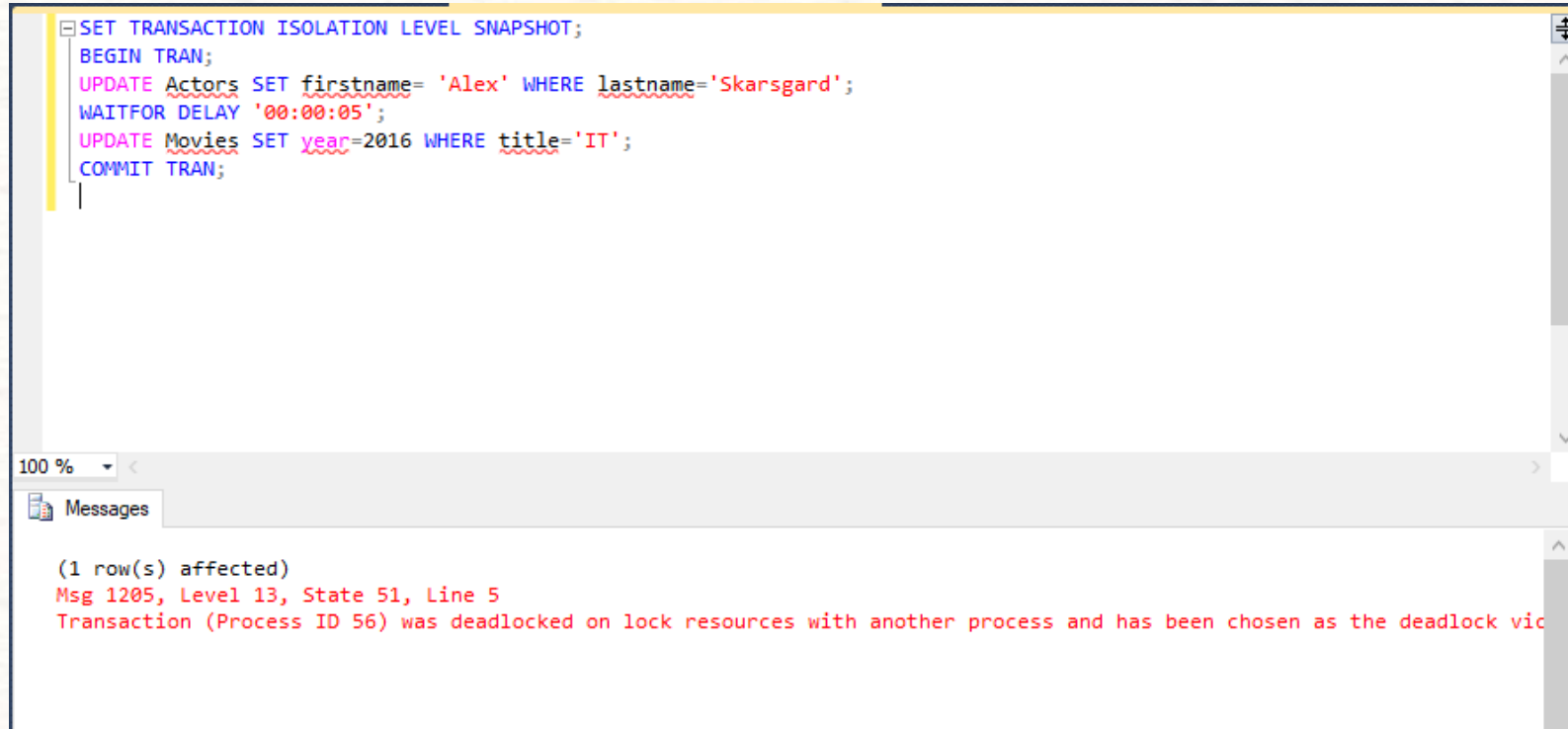
```
UPDATE Movies SET year=2016 WHERE title='IT';
```

```
COMMIT TRAN;
```

- Începem execuția primei și a celei de a doua tranzacții (în această ordine)

Probleme de concurență – Exemplu (RLV)

- A avut loc un deadlock, iar a doua tranzacție a fost aleasă drept victimă a deadlock-ului și face un rollback:



```
SET TRANSACTION ISOLATION LEVEL SNAPSHOT;  
BEGIN TRAN;  
UPDATE Actors SET firstname= 'Alex' WHERE lastname='Skarsgard';  
WAITFOR DELAY '00:00:05';  
UPDATE Movies SET year=2016 WHERE title='IT';  
COMMIT TRAN;
```

100 %

Messages

(1 row(s) affected)
Msg 1205, Level 13, State 51, Line 5
Transaction (Process ID 56) was deadlocked on lock resources with another process and has been chosen as the deadlock victim. ROLLBACK TRANSACTION

Probleme de concurență – Exemplu (RLV)

- Deoarece a doua tranzacție a fost aleasă drept victimă a deadlock-ului, prima tranzacție a fost executată cu succes:



```
SET TRANSACTION ISOLATION LEVEL SNAPSHOT;  
BEGIN TRAN;  
UPDATE Movies SET year=2017 WHERE title='IT';  
WAITFOR DELAY '00:00:05';  
UPDATE Actors SET firstname= 'Alexander' WHERE lastname='Skarsgard';  
COMMIT TRAN;
```

100 %

Messages

(1 row(s) affected)

(1 row(s) affected)

Probleme de concurență – Exemplu (RLV)

- Dacă executăm următoarele interogări, putem vedea rezultatul final:

```
SELECT * FROM Movies;
```

```
SELECT * FROM Actors;
```

	movie_id	title	year
1	1	IT	2017
2	2	Red Sparrow	2018
3	3	Black Panther	2018

	actor_id	firstname	lastname
1	1	Alexander	Skarsgard

Probleme de concurență – Exemplu (RLV)

- Exemplu update conflict:
- Deschidem două ferestre noi de interogare (două conexiuni)
- În prima fereastră de interogare punem următoarea tranzacție:

```
SET TRANSACTION ISOLATION LEVEL SNAPSHOT;
```

```
BEGIN TRAN;
```

```
WAITFOR DELAY '00:00:03';
```

```
UPDATE Movies SET title='The Snowman' WHERE year=2017;
```

```
COMMIT TRAN;
```


Probleme de concurență – Exemplu (RLV)

- În a doua fereastră de interogare punem următoarea tranzacție:

```
SET TRANSACTION ISOLATION LEVEL SNAPSHOT;
```

```
BEGIN TRAN;
```

```
UPDATE Movies SET title='Thor Ragnarok' WHERE  
year=2017;
```

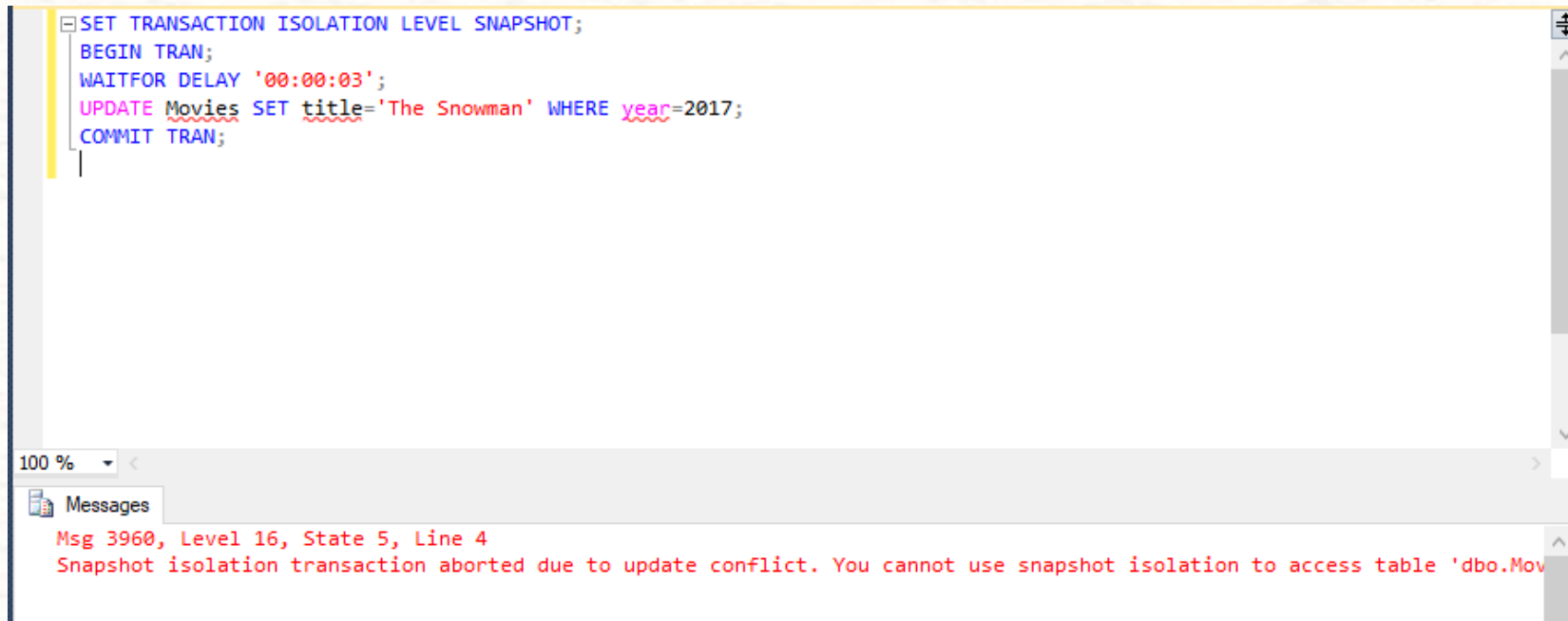
```
WAITFOR DELAY '00:00:03';
```

```
COMMIT TRAN;
```

- Începem execuția primei și a celei de a doua tranzacții (în această ordine)

Probleme de concurență – Exemplu (RLV)

- A avut loc un update conflict și prima tranzacție a eșuat:



```
SET TRANSACTION ISOLATION LEVEL SNAPSHOT;  
BEGIN TRAN;  
WAITFOR DELAY '00:00:03';  
UPDATE Movies SET title='The Snowman' WHERE year=2017;  
COMMIT TRAN;
```

100 %

Messages

Msg 3960, Level 16, State 5, Line 4
Snapshot isolation transaction aborted due to update conflict. You cannot use snapshot isolation to access table 'dbo.Mov

Probleme de concurență – Exemplu (RLV)

- Deoarece prima tranzacție a eșuat, a doua tranzacție a fost efectuată cu succes:



The screenshot shows a SQL Server Enterprise Manager query window. The query text is as follows:

```
SET TRANSACTION ISOLATION LEVEL SNAPSHOT;  
BEGIN TRAN;  
UPDATE Movies SET title='Thor Ragnarok' WHERE year=2017;  
WAITFOR DELAY '00:00:03';  
COMMIT TRAN;
```

Below the query window, the Messages pane shows the result of the execution:

(1 row(s) affected)

Probleme de concurență – Exemplu (RLV)

- Dacă executăm următoarea interogare, putem vedea rezultatul final:

```
SELECT * FROM Movies;
```

	movie_id	title	year
1	1	Thor Ragnarok	2017
2	2	Red Sparrow	2018
3	3	Black Panther	2018

Bibliografie

- <https://learn.microsoft.com/en-us/sql/relational-databases/extended-events/quick-start-extended-events-in-sql-server?view=sql-server-ver16>
- <https://learn.microsoft.com/en-us/sql/relational-databases/system-stored-procedures/sp-lock-transact-sql?view=sql-server-ver16>
- <https://learn.microsoft.com/en-us/sql/relational-databases/system-dynamic-management-views/sys-dm-tran-locks-transact-sql?view=sql-server-ver16>
- <https://learn.microsoft.com/en-us/sql/relational-databases/system-dynamic-management-views/sys-dm-tran-active-transactions-transact-sql?view=sql-server-ver16>
- <https://learn.microsoft.com/en-us/sql/t-sql/statements/set-query-governor-cost-limit-transact-sql?view=sql-server-ver16>
- <https://learn.microsoft.com/en-us/sql/t-sql/database-console-commands/dbcc-transact-sql?view=sql-server-ver16>

Bibliografie

- <https://learn.microsoft.com/en-us/sql/relational-databases/sql-server-transaction-locking-and-row-versioning-guide?view=sql-server-ver16>
- <https://learn.microsoft.com/en-us/sql/t-sql/statements/merge-transact-sql?view=sql-server-ver16>
- <https://learn.microsoft.com/en-us/sql/t-sql/queries/from-using-pivot-and-unpivot?view=sql-server-ver16>