

# Indeksy - Karta pracy nr 1

Imię i Nazwisko: Oscar Teeninga

Swoje odpowiedzi wpisz w **czerwone pola**. Preferowane są zrzuty ekranu, **wymagane** komentarze.

## Co jest potrzebne?

Do wykonania ćwiczenia potrzebne są:

- **MS SQL Server** wersja co najmniej 2016,
- przykładowa baza danych **AdventureWorks2017**.

## Przygotowanie

Uruchom Microsoft SQL Managment Studio.

Stwórz swoją bazę danych o nazwie **XYZ**. Jeśli jednak dzielisz z kimś serwer, to użyj swoich inicjałów:

```
CREATE DATABASE XYZ
GO

USE XYZ
GO
```

Wykonaj poniższy skrypt, aby przygotować dane:

```
SELECT * INTO [SalesOrderHeader]
FROM [AdventureWorks2017].Sales.[SalesOrderHeader]
GO

SELECT * INTO [SalesOrderDetail]
FROM [AdventureWorks2017].Sales.[SalesOrderDetail]
GO
```

## Dokumentacja

Celem tej części ćwiczenia jest zapoznanie się z planami wykonania zapytań (execution plans) oraz narzędziem do automatycznego generowania indeksów.

Proszę zapoznać się z dokumentacją:

- <https://docs.microsoft.com/en-us/sql/tools/dta/tutorial-database-engine-tuning-advisor>
- <https://docs.microsoft.com/en-us/sql/relational-databases/performance/start-and-use-the-database-engine-tuning-advisor>
- <https://www.simple-talk.com/sql/performance/index-selection-and-the-query-optimizer>

Ikonki używane w graficznej prezentacji planu zapytania opisane są tutaj:

- <https://docs.microsoft.com/en-us/sql/relational-databases/showplan-logical-and-physical-operators-reference>

## Zadanie 1 - Obserwacja

Wpisz do MSSQL Managment Studio (na razie nie wykonuj tych zapytań):

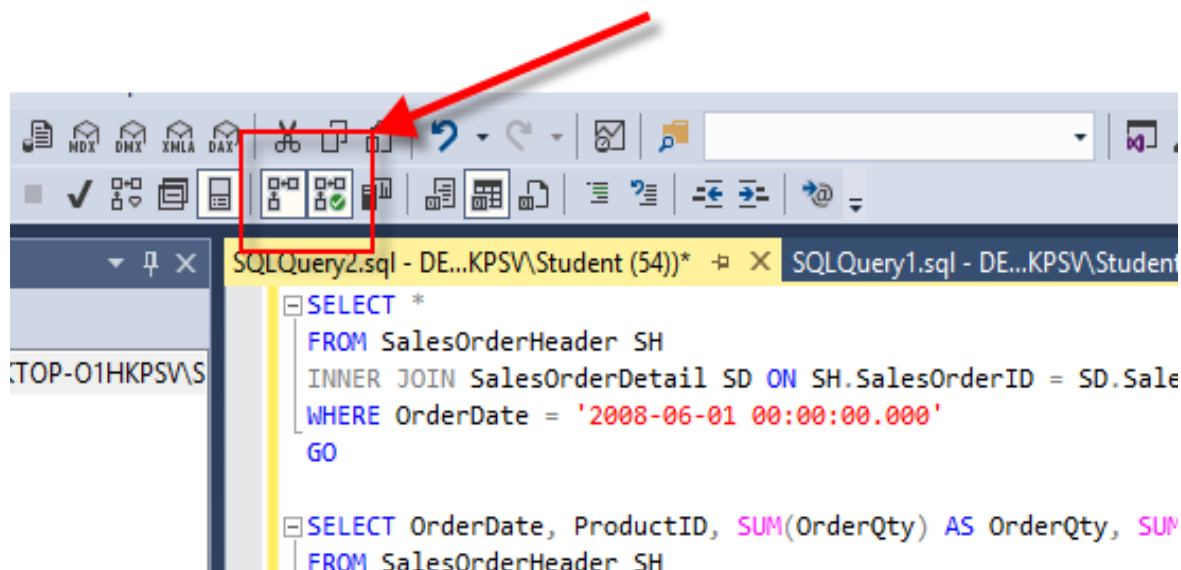
```
-- zapytanie 1
SELECT *
FROM SalesOrderHeader SH
INNER JOIN SalesOrderDetail SD ON SH.SalesOrderID = SD.SalesOrderID
WHERE OrderDate = '2008-06-01 00:00:00.000'
GO

-- zapytanie 2
SELECT OrderDate, ProductID, SUM(OrderQty) AS OrderQty,
SUM(UnitPriceDiscount) AS UnitPriceDiscount, SUM(LineTotal)
FROM SalesOrderHeader SH
INNER JOIN SalesOrderDetail SD ON SH.SalesOrderID = SD.SalesOrderID
GROUP BY OrderDate, ProductID
HAVING SUM(OrderQty) >= 100
GO

-- zapytanie 3
SELECT SalesOrderNumber, PurchaseOrderNumber, DueDate, ShipDate
FROM SalesOrderHeader SH
INNER JOIN SalesOrderDetail SD ON SH.SalesOrderID = SD.SalesOrderID
WHERE OrderDate IN ('2008-06-01', '2008-06-02', '2008-06-03', '2008-06-04', '2008-06-05')
GO

-- zapytanie 4
SELECT SH.SalesOrderID, SalesOrderNumber, PurchaseOrderNumber, DueDate, ShipDate
FROM SalesOrderHeader SH
INNER JOIN SalesOrderDetail SD ON SH.SalesOrderID = SD.SalesOrderID
WHERE CarrierTrackingNumber IN ('EF67-4713-BD', '6C08-4C4C-B8')
ORDER BY SH.SalesOrderID
GO
```

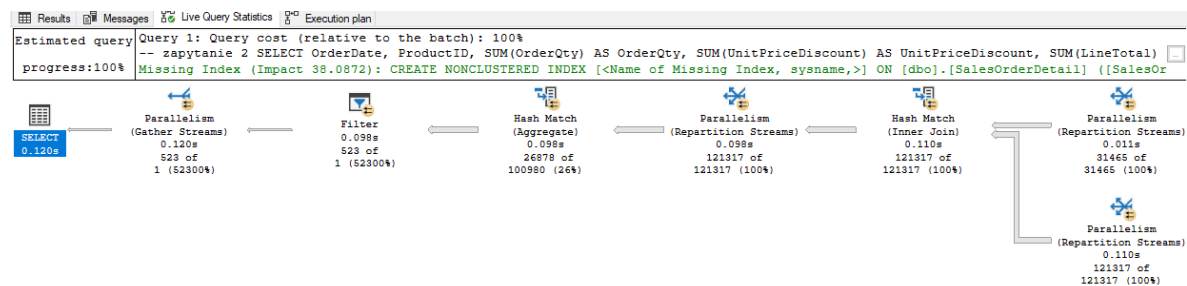
Włącz dwie opcje: Include **Actual Execution Plan** oraz **Include Live Query Statistics**:



Teraz wykonaj poszczególne zapytania (najlepiej każde analizuj oddzielnie). Co można o nich powiedzieć? Co sprawdzają? Jak można je zoptymalizować?

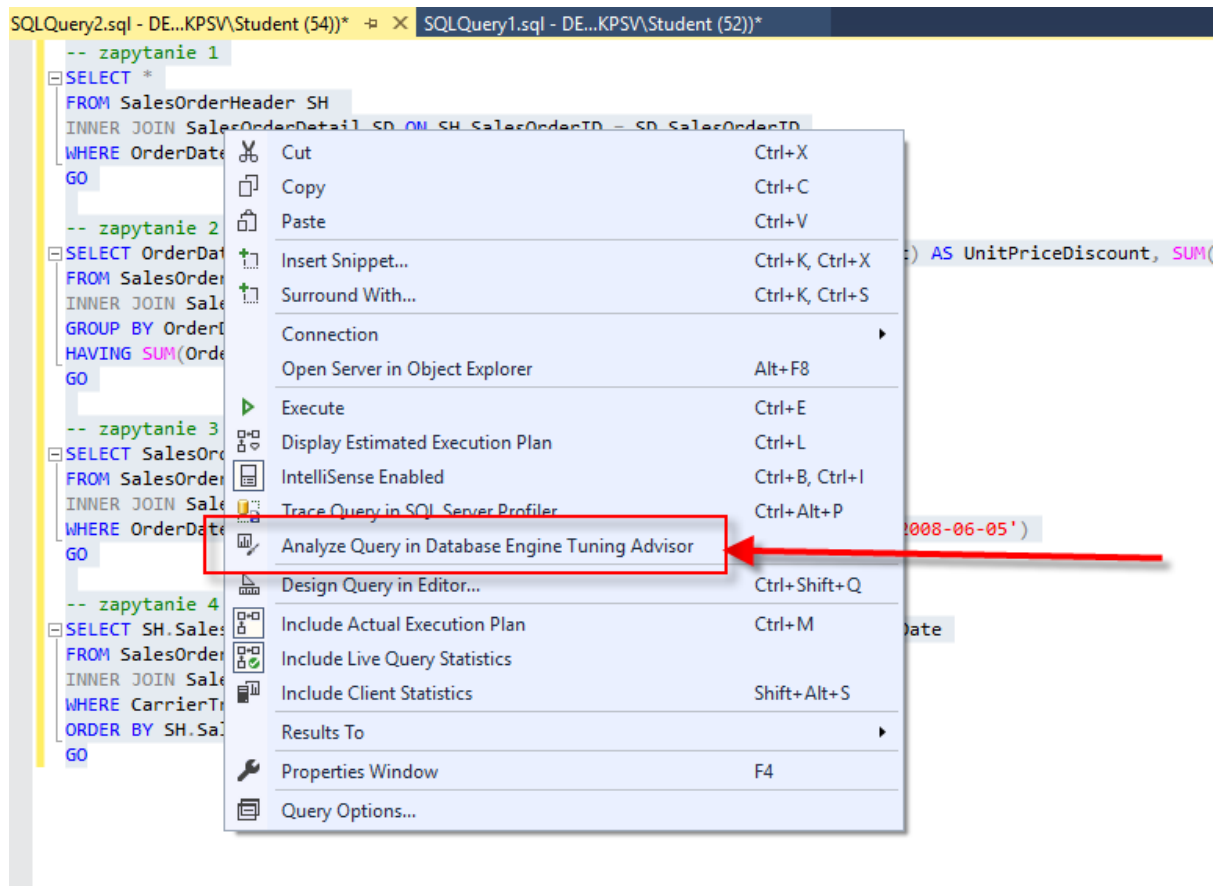
(Hint: aby wykonać tylko fragment kodu SQL znajdującego się w edytorze, zaznacz go i naciśnij F5)

Pokazuje sposób wyszukiwania elementów w tabelach. Widzimy każdy etap, który pozwala ostatecznie otrzymać oczekiwany wynik. Sugerowaną optymalizacją jest stworzenie indeksu.



## Zadanie 2 - Optymalizacja

Zaznacz **wszystkie zapytania**, i uruchom je w Database Engine Tuning Advisor:



Sprawdź zakładkę **Tuning Options**, co tam można skonfigurować?

Można skonfigurować PDS oraz strategię podziału. Do konfiguracji jest również przechowywanie PDS.

☒ Limit tuning time

Stop at: 14 April 2021 13:14

Physical Design Structures (PDS) to use in database

☐ Indexes and indexed views ☐ Indexed views ☐ Include filtered indexes

☒ Indexes ☐ Nonclustered indexes ☐ Recommend columnstore indexes

☐ Evaluate utilization of existing PDS only

Partitioning strategy to employ

☒ No partitioning ☐ Full partitioning

☐ Aligned partitioning

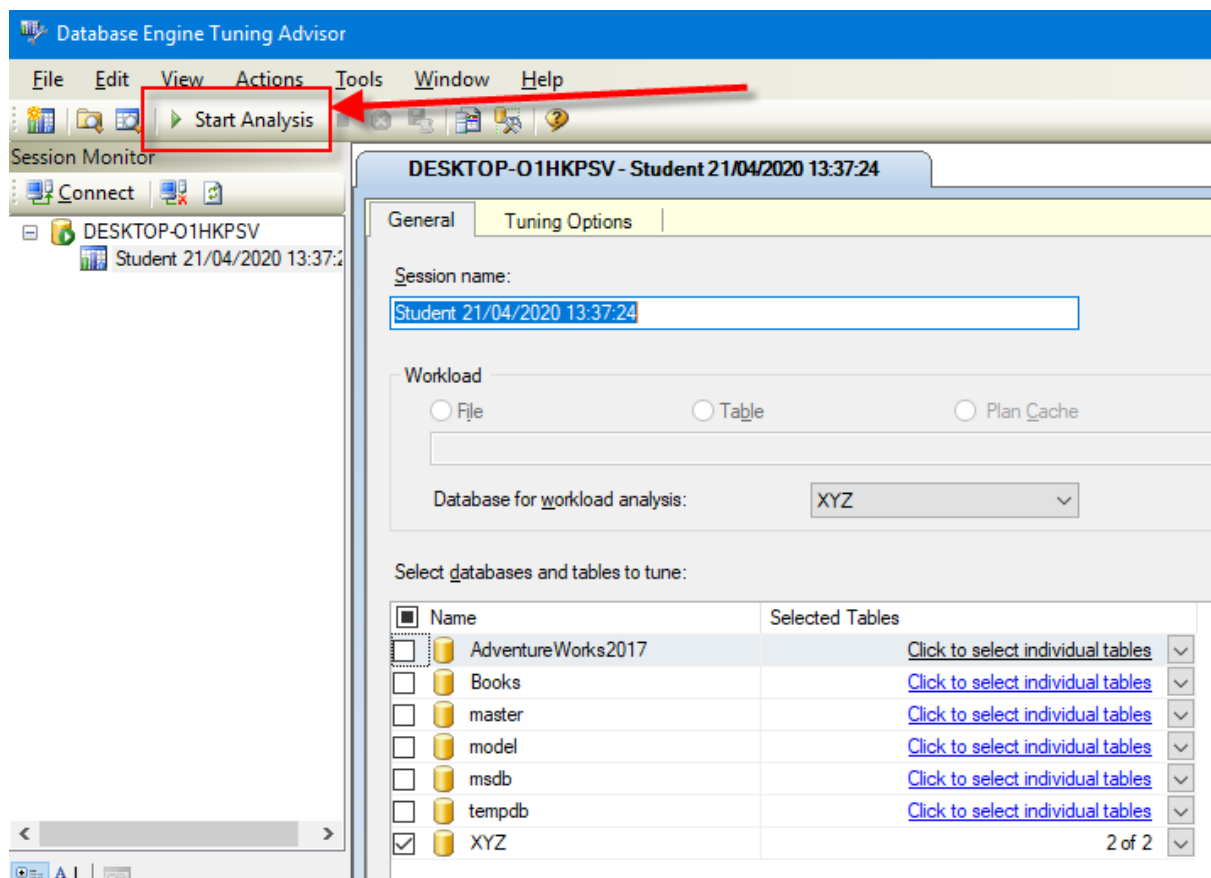
Physical Design Structures (PDS) to keep in database

☐ Do not keep any existing PDS ☐ Keep indexes only

☒ Keep all existing PDS ☐ Keep clustered indexes only

☐ Keep aligned partitioning

Użyj **Start Analysis**:

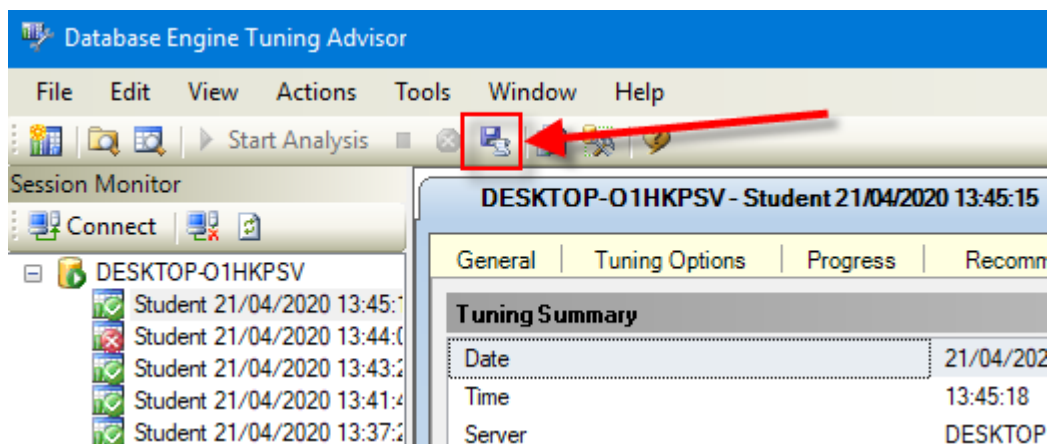


Zaobserwuj wyniki w **Recommendations**.

Przejdź do zakładki **Reports**. Sprawdź poszczególne raporty. Główną uwagę zwróć na koszty i ich poprawę:

| Tuning Reports |                                   |                       |                |
|----------------|-----------------------------------|-----------------------|----------------|
| Select report: |                                   | Statement cost report |                |
| Statement Id   | Statement String                  | Percent Improvement   | Statement Type |
| 3              | SELECT SalesOrderNumber, Purch... | 99.74                 | Select         |
| 1              | SELECT * FROM SalesOrderHeade...  | 99.73                 | Select         |
| 4              | SELECT SH.SalesOrderID, SalesO... | 88.41                 | Select         |
| 2              | SELECT OrderDate, ProductID, S... | 19.20                 | Select         |

Zapisz poszczególne rekomendacje:



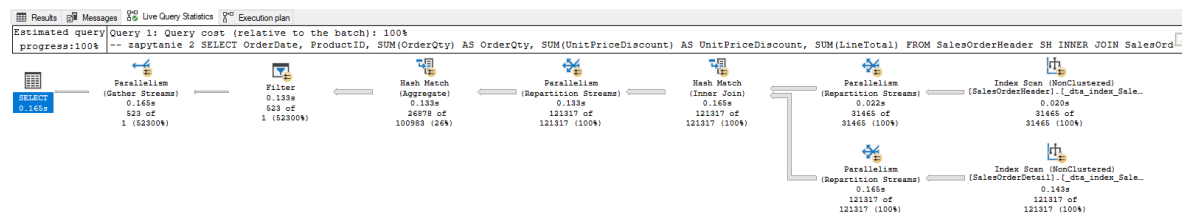
Uruchom zapisany skrypt w Management Studio.

Opisz, dlaczego dane indeksy zostały zaproponowane do zapytań:

Indeksy pozwalają skuteczniej lokalizować wartości w tabelach usprawniając wykonywanie zapytań.

Sprawdź jak zmieniły się Execution Plany. Opisz zmiany:

Dodatkowo na początku pojawiło się „Index Scan (NonClustered)”. Warto zauważyć, że nie pojawia się już informacja o „Missing Index”.



## Dokumentacja

Celem zadania jest zapoznanie się z możliwością administracji i kontroli indeksów.

Na temat wewnętrznej struktury indeksów można przeczytać tutaj:

- <https://technet.microsoft.com/en-us/library/2007.03.sqlindex.aspx>
- <https://docs.microsoft.com/en-us/sql/relational-databases/system-dynamic-management-views/sys-dm-db-index-physical-stats-transact-sql>
- <https://docs.microsoft.com/en-us/sql/relational-databases/system-dynamic-management-views/sys-dm-db-index-physical-stats-transact-sql>
- <https://docs.microsoft.com/en-us/sql/relational-databases/system-catalog-views/sys-indexes-transact-sql>

## Zadanie 3 - Kontrola “zdrowia” indeksu

Sprawdź jakie informacje można wyczytać ze statystyk indeksu:

SELECT \*

```
FROM sys.dm_db_index_physical_stats (DB_ID('AdventureWorks2017')
,OBJECT_ID('HumanResources.Employee')
,NULL -- NULL to view all indexes; otherwise, input index number
,NULL -- NULL to view all partitions of an index
,'DETAILED') -- We want all information
```

Jakie są według Ciebie najważniejsze pola?

Ważne jest pole które dotyczy przynależności indeksu do bazy danych, identyfikator indeksu/typ indeksu.

Sprawdź, które indeksy w bazie danych wymagają reorganizacji:

```
USE AdventureWorks2017

SELECT OBJECT_NAME([object_id]) AS 'Table Name',
index_id AS 'Index ID'
FROM sys.dm_db_index_physical_stats (DB_ID('AdventureWorks2017')
,NULL -- NULL to view all tables
,NULL -- NULL to view all indexes; otherwise, input index number
,NULL -- NULL to view all partitions of an index
,'DETAILED') --We want all information
WHERE ((avg_fragmentation_in_percent > 10
AND avg_fragmentation_in_percent < 15) -- Logical fragmentation
OR (avg_page_space_used_in_percent < 75
AND avg_page_space_used_in_percent > 60)) --Page density
AND page_count > 8 -- We do not want indexes less than 1 extent in size
AND index_id NOT IN (0) --Only clustered and nonclustered indexes
```

Screen:

|   | Table Name       | Index ID |
|---|------------------|----------|
| 1 | JobCandidate     | 1        |
| 2 | ProductModel     | 1        |
| 3 | BillOfMaterials  | 2        |
| 4 | WorkOrder        | 3        |
| 5 | WorkOrderRouting | 2        |

Sprawdź, które indeksy w bazie danych wymagają przebudowy:

```
USE AdventureWorks2017

SELECT OBJECT_NAME([object_id]) AS 'Table Name',
index_id AS 'Index ID'
FROM sys.dm_db_index_physical_stats (DB_ID('AdventureWorks2017')
,NULL -- NULL to view all tables
,NULL -- NULL to view all indexes; otherwise, input index number
,NULL -- NULL to view all partitions of an index
,'DETAILED') --We want all information
WHERE ((avg_fragmentation_in_percent > 15) -- Logical fragmentation
OR (avg_page_space_used_in_percent < 60)) --Page density
AND page_count > 8 -- We do not want indexes less than 1 extent in size
AND index_id NOT IN (0) --Only clustered and nonclustered indexes
```

Screen:

|   | Table Name | Index ID |
|---|------------|----------|
| 1 | Person     | 256002   |
| 2 | Person     | 256003   |
| 3 | Person     | 256004   |

Czym się różni przebudowa indeksu od reorganizacji?

(Podpowiedź: <http://blog.plik.pl/2014/12/defragmentacja-indeksow-ms-sql.html>)

Reorganizację używamy w momencie, gdy problem fragmentacji jest niewielki. Reorganizacja zużywa mniej zasobów i może zostać wykonana online. Rebuild powinno stosować się, gdy indeksy są mocno pofragmentowane.

Sprawdź co przechowuje tabela sys.dm\_db\_index\_usage\_stats:

Informacje o indeksach oraz informacja o ich użytkowaniu:

| database_id | object_id  | index_id | user_seeks | user_scans | user_lookups | user_updates | last_user_seek          | last_user_scan          | last_user_lookup        | last_user_update        | system_seeks | system_scans | system_lookups | system_updates | last_system_seek | la |
|-------------|------------|----------|------------|------------|--------------|--------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------|--------------|----------------|----------------|------------------|----|
| 1           | 1686297067 | 2        | 0          | 0          | 0            | 1            | NULL                    | NULL                    | NULL                    | 2021-04-14 12:16:02.210 | 0            | 1            | 0              | 0              | NULL             | 2  |
| 2           | 1686297067 | 1        | 0          | 3          | 0            | 1            | NULL                    | 2021-04-14 12:16:02.230 | NULL                    | 2021-04-14 12:16:02.210 | 0            | 1            | 0              | 0              | NULL             | 2  |
| 3           | 1302295699 | 1        | 6          | 0          | 0            | 1            | 2021-04-14 12:16:14.850 | NULL                    | NULL                    | 2021-04-14 12:16:02.283 | 0            | 0            | 0              | 0              | NULL             | h  |
| 4           | 34815186   | 1        | 0          | 0          | 0            | 1            | NULL                    | NULL                    | NULL                    | 2021-04-14 12:16:02.233 | 0            | 0            | 0              | 0              | NULL             | h  |
| 5           | 34815186   | 2        | 0          | 0          | 0            | 1            | NULL                    | NULL                    | NULL                    | 2021-04-14 12:16:02.233 | 0            | 0            | 0              | 0              | NULL             | h  |
| 6           | 2086298492 | 1        | 0          | 0          | 0            | 1            | NULL                    | NULL                    | NULL                    | 2021-04-14 12:16:02.240 | 0            | 0            | 0              | 0              | NULL             | h  |
| 7           | 2086298492 | 2        | 0          | 0          | 0            | 1            | NULL                    | NULL                    | NULL                    | 2021-04-14 12:16:02.240 | 0            | 0            | 0              | 0              | NULL             | h  |
| 8           | 1810105489 | 1        | 0          | 1          | 0            | 0            | NULL                    | 2021-04-14 12:07:52.600 | NULL                    | 2021-04-14 12:16:02.240 | 0            | 0            | 0              | 0              | NULL             | h  |
| 9           | 512720879  | 1        | 8          | 0          | 0            | 0            | 2021-04-14 12:07:06.683 | NULL                    | NULL                    | NULL                    | 0            | 0            | 0              | 0              | NULL             | h  |
| 10          | 2134298663 | 2        | 1          | 0          | 0            | 1            | 2021-04-14 12:16:02.223 | NULL                    | NULL                    | 2021-04-14 12:16:02.217 | 0            | 1            | 0              | 0              | NULL             | 2  |
| 11          | 2134298663 | 1        | 0          | 0          | 1            | 1            | NULL                    | NULL                    | 2021-04-14 12:16:02.223 | 2021-04-14 12:16:02.217 | 0            | 0            | 0              | 0              | NULL             | h  |
| 12          | 114815471  | 2        | 0          | 0          | 0            | 1            | NULL                    | NULL                    | NULL                    | 2021-04-14 12:16:02.247 | 0            | 0            | 0              | 0              | NULL             | h  |
| 13          | 114815471  | 1        | 0          | 0          | 0            | 1            | NULL                    | NULL                    | NULL                    | 2021-04-14 12:16:02.247 | 0            | 0            | 0              | 0              | NULL             | h  |
| 14          | 1798297466 | 1        | 0          | 0          | 0            | 1            | NULL                    | NULL                    | NULL                    | 2021-04-14 12:16:02.237 | 0            | 0            | 0              | 0              | NULL             | h  |
| 15          | 1922105888 | 1        | 0          | 1          | 0            | 0            | NULL                    | 2021-04-14 12:07:52.533 | NULL                    | NULL                    | 0            | 0            | 0              | 0              | NULL             | h  |
| 16          | 1846297637 | 2        | 0          | 0          | 0            | 1            | NULL                    | NULL                    | NULL                    | 2021-04-14 12:16:02.240 | 0            | 0            | 0              | 0              | NULL             | h  |
| 17          | 1846297637 | 1        | 0          | 0          | 0            | 1            | NULL                    | NULL                    | NULL                    | 2021-04-14 12:16:02.240 | 0            | 0            | 0              | 0              | NULL             | h  |
| 18          | 1078294901 | 1        | 17         | 4          | 0            | 4            | 2021-04-14 12:16:14.843 | 2021-04-14 12:15:59.680 | NULL                    | 2021-04-14 12:16:02.310 | 0            | 1            | 0              | 0              | NULL             | 2  |
| 19          | 901578250  | 6        | 0          | 1          | 0            | 0            | NULL                    | 2021-04-14 12:18:27.260 | NULL                    | NULL                    | 0            | 1            | 0              | 0              | NULL             | 2  |
| 20          | 901578250  | 0        | 0          | 5          | 0            | 0            | NULL                    | 2021-04-14 12:13:09.600 | NULL                    | NULL                    | 0            | 11           | 0              | 0              | NULL             | 2  |
| 21          | 917578307  | 0        | 0          | 5          | 0            | 0            | NULL                    | 2021-04-14 12:13:09.600 | NULL                    | NULL                    | 0            | 10           | 0              | 0              | NULL             | 2  |
| 22          | 917578307  | 8        | 0          | 0          | 0            | 0            | NULL                    | NULL                    | NULL                    | NULL                    | 0            | 1            | 0              | 0              | NULL             | 2  |
| 23          | 917578307  | 7        | 0          | 1          | 0            | 0            | NULL                    | 2021-04-14 12:18:27.260 | NULL                    | NULL                    | 0            | 0            | 0              | 0              | NULL             | h  |
| 24          | 1894297808 | 1        | 0          | 0          | 0            | 1            | NULL                    | NULL                    | NULL                    | 2021-04-14 12:16:02.243 | 0            | 0            | 0              | 0              | NULL             | h  |
| 25          | 1894297808 | 2        | 0          | 0          | 0            | 1            | NULL                    | NULL                    | NULL                    | 2021-04-14 12:16:02.243 | 0            | 0            | 0              | 0              | NULL             | h  |
| 26          | 1510296440 | 1        | 2          | 0          | 0            | 0            | 2021-04-14 12:16:14.843 | NULL                    | NULL                    | NULL                    | 0            | 0            | 0              | 0              | NULL             | h  |
| 27          | 1542296554 | 1        | 6          | 1          | 0            | 1            | 2021-04-14 12:16:02.230 | 2021-04-14 12:16:02.203 | NULL                    | 2021-04-14 12:15:59.680 | 0            | 2            | 0              | 0              | NULL             | 2  |
| 28          | 1542296554 | 2        | 1          | 0          | 0            | 1            | 2021-04-14 12:15:59.687 | NULL                    | NULL                    | 2021-04-14 12:15:59.680 | 0            | 1            | 0              | 0              | NULL             | 2  |
| 29          | 1942297979 | 3        | 0          | 0          | 0            | 1            | NULL                    | NULL                    | NULL                    | 2021-04-14 12:16:02.227 | 0            | 0            | 0              | 0              | NULL             | h  |
| 30          | 1942297979 | 2        | 1          | 0          | 0            | 1            | 2021-04-14 12:16:02.230 | NULL                    | NULL                    | 2021-04-14 12:16:02.227 | 0            | 1            | 0              | 0              | NULL             | 2  |
| 31          | 1942297979 | 1        | 0          | 0          | 1            | 1            | NULL                    | 2021-04-14 12:16:02.230 | 2021-04-14 12:16:02.227 | 2021-04-14 12:16:02.227 | 0            | 0            | 0              | 0              | NULL             | h  |

Napraw wykryte błędy z indeksami ze wcześniejszych zapytań. Możesz użyć do tego przykładowego skryptu:

```
USE AdventureWorks2017
```

```
--Table to hold results
```

```
DECLARE @tablevar TABLE(lngid INT IDENTITY(1,1), objectid INT,  
index_id INT)
```

```
INSERT INTO @tablevar (objectid, index_id)
```

```
SELECT [object_id],index_id
```

```
FROM sys.dm_db_index_physical_stats (DB_ID('AdventureWorks2017')
```

```
,NULL -- NULL to view all tables
```

```
,NULL -- NULL to view all indexes; otherwise, input index number
```

```
,NULL -- NULL to view all partitions of an index
```

```
, 'DETAILED') --We want all information
```

```
WHERE ((avg_fragmentation_in_percent > 15) -- Logical fragmentation
```

```
OR (avg_page_space_used_in_percent < 60)) --Page density
```

```
AND page_count > 8 -- We do not want indexes less than 1 extent in size
```

```
AND index_id NOT IN (0) --Only clustered and nonclustered indexes
```



```

SELECT 'ALTER INDEX ' + ind.[name] + ' ON ' + sc.[name] + '.'
+ OBJECT_NAME(objectid) + ' REBUILD'
FROM @tablevar tv
INNER JOIN sys.indexes ind
ON tv.objectid = ind.[object_id]
AND tv.index_id = ind.index_id
INNER JOIN sys.objects ob
ON tv.objectid = ob.[object_id]
INNER JOIN sys.schemas sc
ON sc.schema_id = ob.schema_id

```

Napisz przygotowane komendy SQL do naprawy indeksów:

```

ALTER INDEX XMLPATH_Person_Demographics ON Person.Person REBUILD
ALTER INDEX XMLPROPERTY_Person_Demographics ON Person.Person REBUILD
ALTER INDEX XMLVALUE_Person_Demographics ON Person.Person REBUILD

```

## Dokumentacja

Celem zadania jest zapoznanie się z fizyczną budową strony indeksu...

- <https://www.mssqltips.com/sqlservertip/1578/using-dbcc-page-to-examine-sql-server-table-and-index-data/>
- <https://www.mssqltips.com/sqlservertip/2082/understanding-and-examining-the-uniquifier-in-sql-server/>
- <http://www.sqlskills.com/blogs/paul/inside-the-storage-engine-using-dbcc-page-and-dbcc-ind-to-find-out-if-page-splits-ever-roll-back/>

## Zadanie 4 - Budowa strony indeksu

Wystlij wszystkie strony które są zaalokowane dla indeksu w tabeli. Użyj do tego komendy np.:

```

DBCC IND ('AdventureWorks2017', 'Person.Address', 1)
-- '1' oznacza nr indeksu

```

Zapisz sobie kilka różnych typów stron, dla różnych indeksów:

```

1 – 1 (11712), 10 (10474), 3 (10475)
2 – 10 (10472), 2 (5872)
3 – 10 (10473), 2 (5920)

```

Włącz flagę 3604 zanim zaczniesz przeglądać strony:

```

DBCC TRACEON (3604);

```

Sprawdź poszczególne strony komendą DBCC PAGE. Przykład:

```

DBCC PAGE('AdventureWorks2017', 1, 13720, 3);

```

Zapisz obserwacje ze stron. Co ciekawego udało się zaobserwować?

Typ 1 wyświetla znacznie więcej informacji włącznie z zaalokowaną pamięcią, typ 10 nie ma zaalokowanej pamięci (1:0) – (1:11704) = NOT ALLOCATED, tak samo typ 3 (1:0) – (1:11696) = NOT ALLOCATED. Typ 2 przechowuje tabelę z wierszami:

|   | FileId | PageId | Row | Level | rowguid (key)                        | AddressID | KeyHashValue   | Row Size |
|---|--------|--------|-----|-------|--------------------------------------|-----------|----------------|----------|
| 1 | 1      | 5872   | 0   | 0     | AC3973FF-355C-47B6-BD71-000E1B6F2C02 | 26403     | (fb2b0410d599) | 24       |