

# SQL - Funkcje okna (Window functions)

## Lab 2

---

**Imiona i nazwiska: Magdalena Wilk, Wiktoria Zalińska**

---

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z działaniem funkcji okna (window functions) w SQL, analiza wydajności zapytań i porównanie z rozwiązaniami przy wykorzystaniu "tradycyjnych" konstrukcji SQL

Swoje odpowiedzi wpisuj w miejsca oznaczone jako:

---

Wyniki:

-- ...

---

Ważne/wymagane są komentarze.

Zamieść kod rozwiązania oraz zrzuty ekranu pokazujące wyniki, (dołącz kod rozwiązania w formie tekstowej/źródłowej)

Zwróć uwagę na formatowanie kodu

---

## Oprogramowanie - co jest potrzebne?

Do wykonania ćwiczenia potrzebne jest następujące oprogramowanie:

- MS SQL Server - wersja 2019, 2022
- PostgreSQL - wersja 15/16/17
- SQLite
- Narzędzia do komunikacji z bazą danych
  - SSMS - Microsoft SQL Managment Studio
  - DtataGrip lub DBeaver
- Przykładowa baza Northwind/Northwind3
  - W wersji dla każdego z wymienionych serwerów

Oprogramowanie dostępne jest na przygotowanej maszynie wirtualnej

## Dokumentacja/Literatura

- Kathi Kellenberger, Clayton Groom, Ed Pollack, Expert T-SQL Window Functions in SQL Server 2019, Apres 2019
- Itzik Ben-Gan, T-SQL Window Functions: For Data Analysis and Beyond, Microsoft 2020

- Kilka linków do materiałów które mogą być pomocne - <https://learn.microsoft.com/en-us/sql/t-sql/queries/select-over-clause-transact-sql?view=sql-server-ver16>
  - <https://www.sqlservertutorial.net/sql-server-window-functions/>
  - <https://www.sqlshack.com/use-window-functions-sql-server/>
  - <https://www.postgresql.org/docs/current/tutorial-window.html>
  - <https://www.postgresqltutorial.com/postgresql-window-function/>
  - <https://www.sqlite.org/windowfunctions.html>
  - <https://www.sqlitetutorial.net/sqlite-window-functions/>
- W razie potrzeby - opis ikonek używanych w graficznej prezentacji planu zapytania w SSMS jest tutaj:
  - <https://docs.microsoft.com/en-us/sql/relational-databases/showplan-logical-and-physical-operators-reference>

## Przygotowanie

Uruchom SSMS - Skonfiguruj połączenie z bazą Northwind na lokalnym serwerze MS SQL

Uruchom DataGrip (lub Dbeaver)

- Skonfiguruj połączenia z bazą Northwind3
  - na lokalnym serwerze MS SQL
  - na lokalnym serwerze PostgreSQL
  - z lokalną bazą SQLite

Można też skorzystać z innych narzędzi klienckich (wg własnego uznania)

Oryginalna baza Northwind jest bardzo mała. Warto zaobserwować działanie na nieco większym zbiorze danych.

Baza Northwind3 zawiera dodatkową tabelę product\_history

- 2,2 mln wierszy

Bazę Northwind3 można pobrać z moodle (zakładka - Backupy baz danych)

Można też wygenerować tabelę product\_history przy pomocy skryptu

Skrypt dla SQL Sriver

Stwórz tabelę o następującej strukturze:

```
create table product_history(  
  id int identity(1,1) not null,  
  productid int,  
  productname varchar(40) not null,  
  supplierid int null,  
  categoryid int null,  
  quantityperunit varchar(20) null,  
  unitprice decimal(10,2) null,  
  quantity int,
```

```

        value decimal(10,2),
        date date,
        constraint pk_product_history primary key clustered
        (id asc )
    )

```

Wygeneruj przykładowe dane:

Dla 30000 iteracji, tabela będzie zawierała nieco ponad 2mln wierszy (dostostu ograniczenie do możliwości swojego komputera)

Skrypt dla SQL Sriver

```

declare @i int
set @i = 1
while @i <= 30000
begin
    insert product_history
    select productid, ProductName, SupplierID, CategoryID,
        QuantityPerUnit, round(RAND()*unitprice + 10,2),
        cast(RAND() * productid + 10 as int), 0,
        dateadd(day, @i, '1940-01-01')
    from products
    set @i = @i + 1;
end;

update product_history
set value = unitprice * quantity
where 1=1;

```

Skrypt dla Postgresql

```

create table product_history(
    id int generated always as identity not null
        constraint pkproduct_history
            primary key,
    productid int,
    productname varchar(40) not null,
    supplierid int null,
    categoryid int null,
    quantityperunit varchar(20) null,
    unitprice decimal(10,2) null,
    quantity int,
    value decimal(10,2),
    date date
);

```

Wygeneruj przykładowe dane:

## Skrypt dla Postgresql

```
do $$
begin
  for cnt in 1..30000 loop
    insert into product_history(productid, productname, supplierid,
                                categoryid, quantityperunit,
                                unitprice, quantity, value, date)
    select productid, productname, supplierid, categoryid,
           quantityperunit,
           round((random()*unitprice + 10)::numeric,2),
           cast(random() * productid + 10 as int), 0,
           cast('1940-01-01' as date) + cnt
    from products;
  end loop;
end; $$;

update product_history
set value = unitprice * quantity
where 1=1;
```

Wykonaj polecenia: `select count(*) from product_history`, potwierdzające wykonanie zadania

---

**Wyniki:**

W bazie Postgres i SQL Server skrypt wygenerował 2310000 wierszy.

---

## Zadanie 1

---

Baza: Northwind, tabela product\_history

Napisz polecenie, które zwraca: id pozycji, id produktu, nazwę produktu, id\_kategorii, cenę produktu, średnią cenę produktów w kategorii do której należy dany produkt. Wyświetl tylko pozycje (produkty) których cena jest większa niż średnia cena.

W przypadku długiego czasu wykonania ogranicz zbiór wynikowy do kilkuset/kilku tysięcy wierszy

pomocna może być konstrukcja `with`

```
with t as (

....
)
select * from t
where id between ....
```

Napisz polecenie z wykorzystaniem podzapytania, join'a oraz funkcji okna. Porównaj zapytania. Porównaj czasy oraz plany wykonania zapytań.

Przetestuj działanie w różnych SZBD (MS SQL Server, PostgreSQL, SQLite)

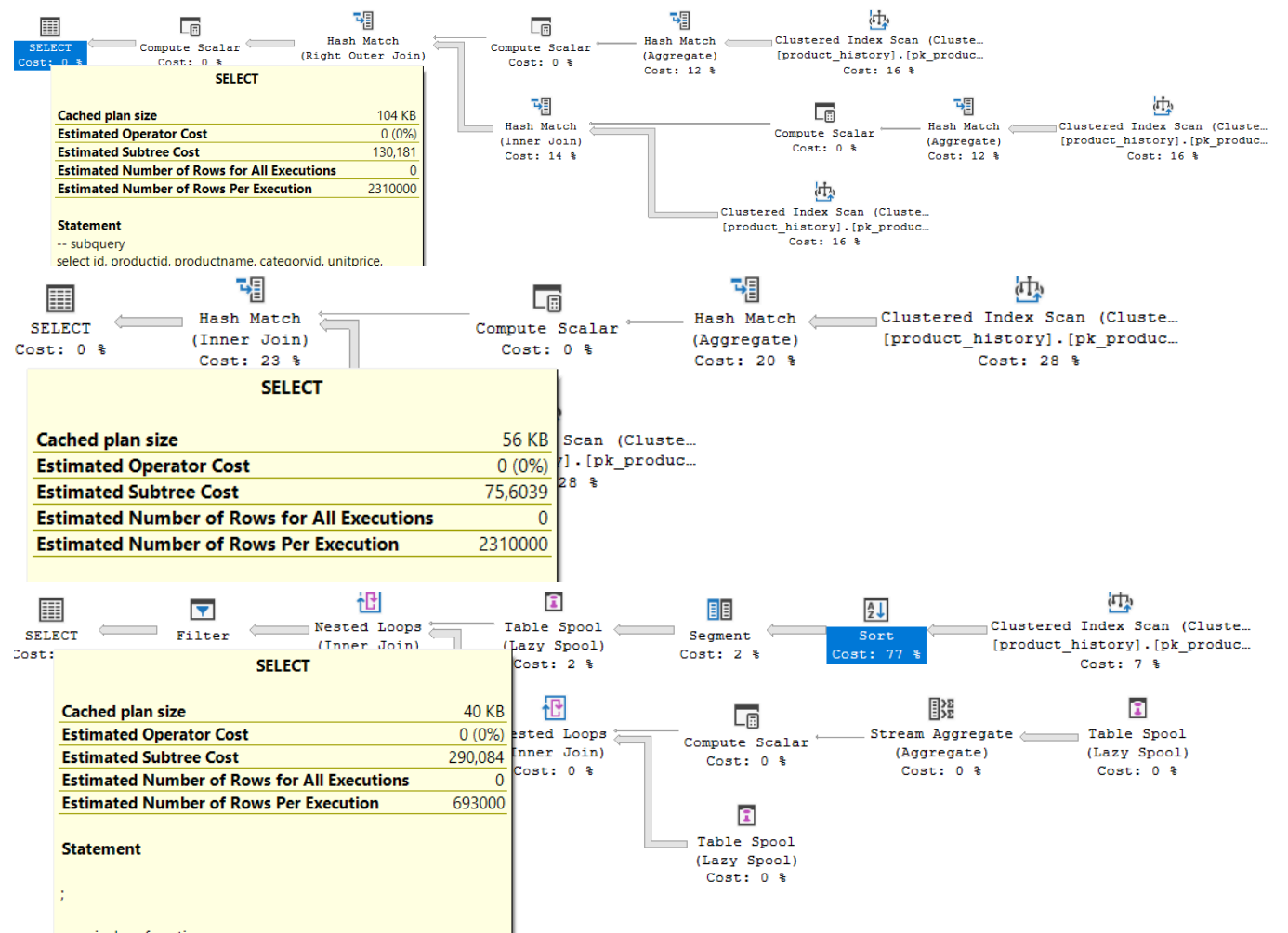
#### Wyniki:

```
-- subquery
select id, productid, productname, categoryid, unitprice,
       (select avg(unitprice) from product_history ph
        where ph.categoryid=product_history.categoryid) as avg_price
from product_history
where unitprice > (select avg(unitprice) from product_history ph
                  where ph.categoryid=product_history.categoryid);

-- join
with avg_cat as (
  select categoryid, avg(unitprice) as avg_price
  from product_history
  group by categoryid
)
select ph.id, ph.productid, ph.productname, ph.categoryid, ph.unitprice,
ac.avg_price
from product_history ph join avg_cat ac
on ph.categoryid=ac.categoryid
where ph.unitprice > ac.avg_price;

-- window function
select id, productid, productname, categoryid, unitprice, avg_price
from (
  select id, productid, productname, categoryid, unitprice,
         avg(unitprice) over(partition by categoryid) as avg_price
  from product_history
) as subquery
where unitprice > avg_price;
```

Czas wykonywania zapytań w bazie SQL Server nie był długi, więc nie było potrzeby ograniczania się do wybranej liczby wierszy. W bazie Postgres i SQLite jest problem z wykonaniem pierwszego zapytania (z podzapytaniem), nawet kiedy ograniczamy liczbę wierszy. Czas oczekiwania jest bardzo długi. Pozostałe wykonują się bez problemów.



Najbardziej kosztownym zapytaniem jest zapytanie z funkcją okna. Zapytanie z podzapytaniem mimo, że ma mniejszy koszt wykonuje się zdecydowanie za długo w bazach Postgres i SQLite. Zdecydowanie najmniej koszt ma zapytanie z join'em i wykonuje się też zdecydowanie najszybciej.

Poniżej porównanie kosztów i czasów wykonania zapytań dla SQL Server.

zapytanie	koszt	czas
subquery	130	5851
join	75.6	3505
window function	290	15707

## Zadanie 2

Baza: Northwind, tabela product\_history

Lekka modyfikacja poprzedniego zadania

Napisz polecenie, które zwraca: id pozycji, id produktu, datę, nazwę produktu, id\_kategorii, cenę produktu oraz

- średnią cenę produktów w kategorii do której należy dany produkt.
- łączną wartość sprzedaży produktów danej kategorii (suma dla pola value)

- średnią cenę danego produktu w roku którego dotyczy dana pozycja
- łączną wartość sprzedaży produktu w roku którego dotyczy dana pozycja (suma dla pola value)

Napisz polecenie z wykorzystaniem podzapytania, join'a oraz funkcji okna. Porównaj zapytania. W przypadku funkcji okna spróbuj użyć klauzuli WINDOW.

Podobnie jak poprzednio, w przypadku długiego czasu wykonania ogranicz zbiór wynikowy do kilkuset/kilku tysięcy wierszy

Porównaj czasy oraz plany wykonania zapytań.

Przetestuj działanie w różnych SZBD (MS SQL Server, PostgreSQL, SQLite)

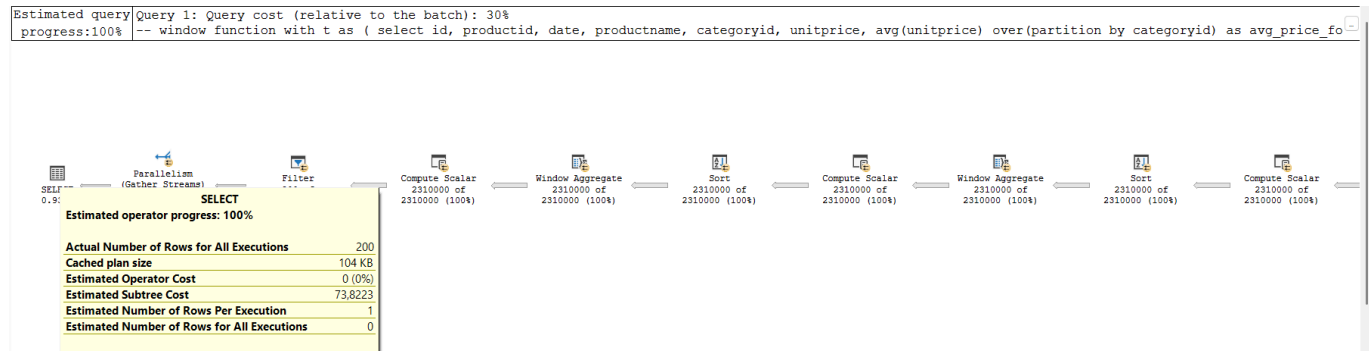
---

#### Wyniki:

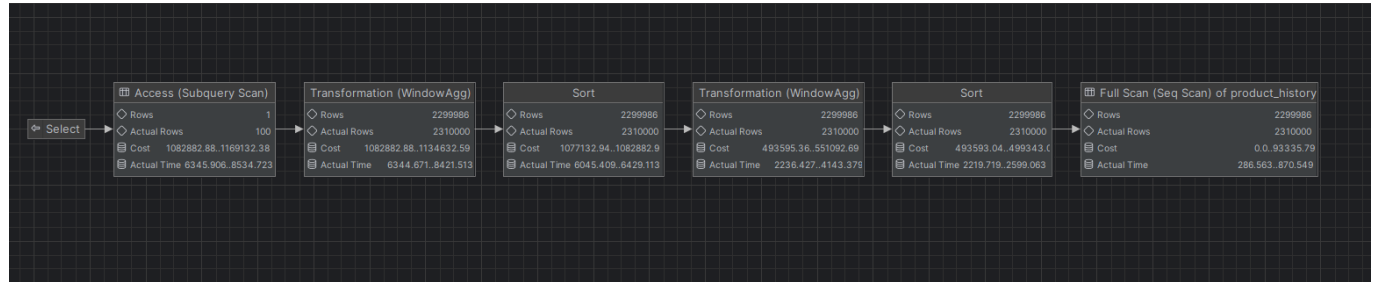
```
-- window function
with t as (
    select id, productid, date, productname, categoryid, unitprice,
           avg(unitprice) over(partition by categoryid) as avg_price_for_cat,
           sum(value) over(partition by categoryid) as sum_val_for_cat,
           avg(unitprice) over(partition by YEAR(date)) as avg_for_year,
           sum(value) over(partition by YEAR(date)) as sum_for_year
    from product_history
)
select * from t
where id between 1 and 200;

-- window function z użyciem window i datepart (Postgresql, SQLite)
with t as (
    select id, productid, date, productname, categoryid, unitprice,
           avg(unitprice) over window_cat as avg_price_for_cat,
           sum(value) over window_cat as sum_val_for_cat,
           avg(unitprice) over window_year as avg_for_year,
           sum(value) over window_year as sum_for_year
    from product_history
    window
        window_cat as (partition by categoryid),
        window_year as (partition by date_part('year', date))
)
select * from t
where id between 1 and 100;
```

## Plan MS:



## Plan Postgresql:



```
-- join
with avg_sum_per_cat as (
    select categoryid, avg(unitprice) as avg_price_for_cat, sum(value) as
sum_val_for_cat
    from product_history
    group by categoryid
),
avg_sum_per_year as (
    select year(date) as year, avg(unitprice) as avg_for_year, sum(value) as
sum_for_year
    from product_history
    group by year(date)
),
t as (
    select ph.id, ph.productid, ph.date, ph.productname, ph.categoryid,
ph.unitprice, ac.avg_price_for_cat, ac.sum_val_for_cat, ay.avg_for_year,
ay.sum_for_year
    from product_history ph
    join avg_sum_per_cat ac ON ph.categoryid = ac.categoryid
    join avg_sum_per_year ay ON year(ph.date) = ay.year
)
select * from t
where id between 1 and 200;
```



Estimated query cost (relative to the batch): 35%  
 progress:100% ; --- subquery with ts as ( select ph.id, ph.productid, ph.date, ph.productname, ph.categoryid, ph.unitprice, (select avg(ph1.unitprice) from product\_histo

**SELECT**

Estimated operator progress: 100%

Actual Number of Rows for All Executions 200  
 Cached plan size 176 KB  
 Estimated Operator Cost 0 (0%)  
 Estimated Subtree Cost 84.303  
 Estimated Number of Rows Per Execution 1  
 Estimated Number of Rows for All Executions 0

**Statement**

```

;

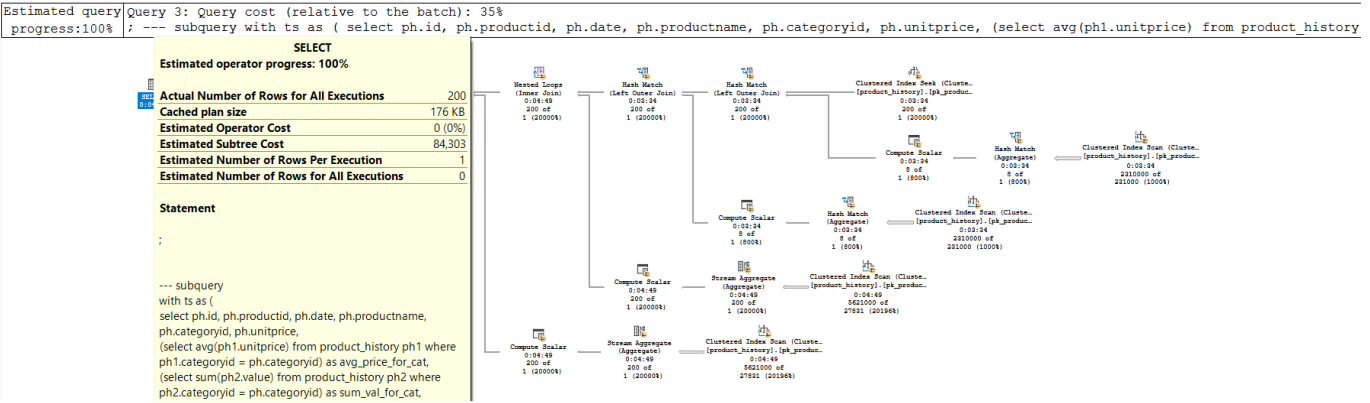
--- subquery
with ts as (
  select ph.id, ph.productid, ph.date, ph.productname,
  ph.categoryid, ph.unitprice
  (select avg(ph1.unitprice) from product_histo
  (select avg(ph1.unitprice) from product_histo
  (select sum(ph2.value) from product_histo
  ph2.categoryid = ph.categoryid) as sum_val for cat,
  
```

The diagram illustrates a complex query plan with the following components and statistics:

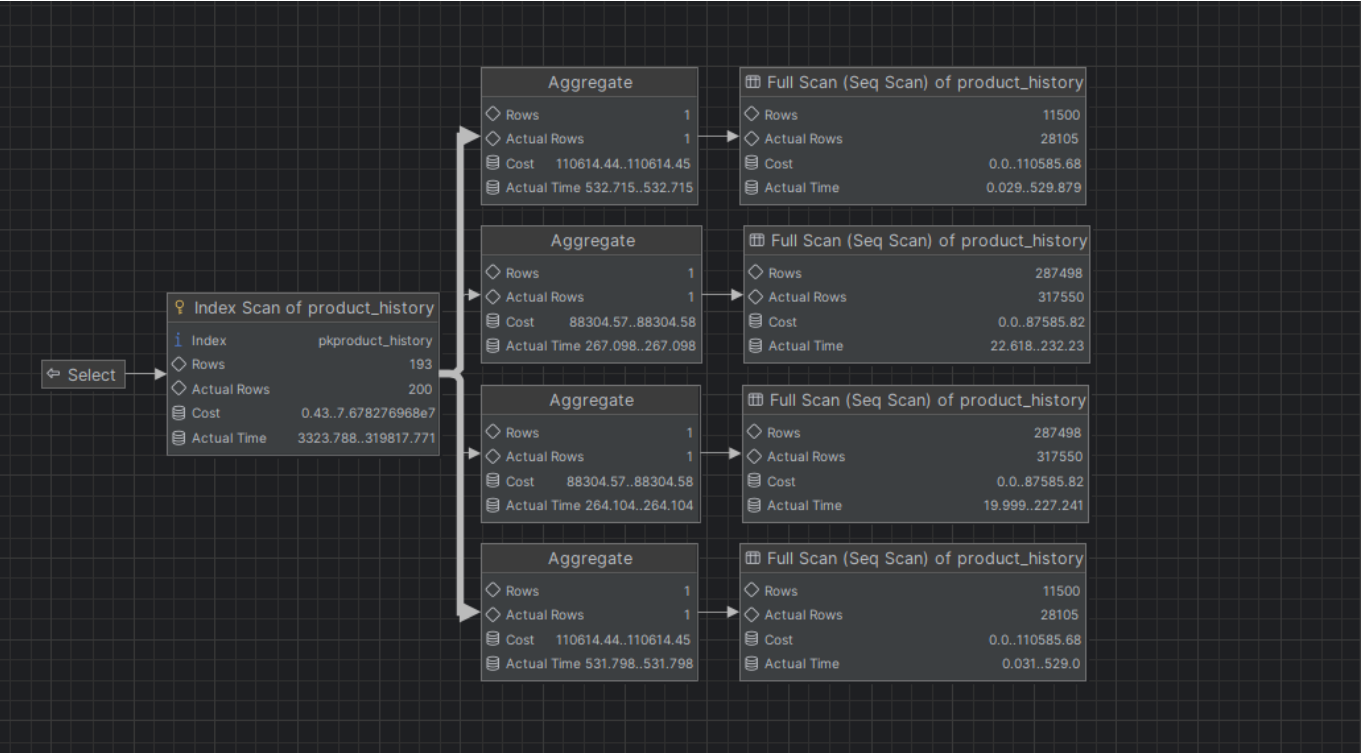
- Select**: Rows: 64573, Cost: 159841.66, Actual Time: 1834.2, 1841.957
- Sort**: Rows: 964, Cost: 76751.66, 76754.07, Actual Time: 1287.222, 1287.423
- Hash Join**: Rows: 964, Cost: 76609.8, 76710.88, Actual Time: 1293.762, 1297.039
- Index Scan of product\_history**: Rows: 964, Cost: 0.43, 36.66, Actual Time: 0.76, 3.484
- Transformation (Hash)**: Rows: 964, Cost: 76607.0, 76608.07, Actual Time: 1292.887, 1293.036
- Access (Subquery Scan)**: Rows: 964, Cost: 19607.0, 76608.07, Actual Time: 1292.844, 1293.012
- Aggregate**: Rows: 964, Cost: 19607.0, 76608.07, Actual Time: 1292.839, 1292.999
- Unknown (Gather Merge)**: Rows: 964, Cost: 76608.07, 76608.07, Actual Time: 1292.874, 1292.925
- Sort**: Rows: 964, Cost: 76608.07, 76608.07, Actual Time: 1292.719, 1292.732
- Aggregate**: Rows: 964, Cost: 76608.74, 76608.07, Actual Time: 1292.586, 1292.687
- Full Scan (Seq Scan) of product\_history**: Rows: 958308, Cost: 0.0, 8417.27, Actual Time: 3.987, 922.824
- Aggregate**: Rows: 19621, Cost: 83189.81, 87768.36, Actual Time: 336.896, 344.173
- Unknown (Gather Merge)**: Rows: 39242, Cost: 83189.81, 87768.36, Actual Time: 336.856, 344.131
- Sort**: Rows: 19621, Cost: 82189.78, 82236.84, Actual Time: 307.087, 307.583
- Aggregate**: Rows: 19621, Cost: 80398.38, 80790.79, Actual Time: 308.773, 308.986
- Full Scan (Seq Scan) of product\_history**: Rows: 948328, Cost: 0.0, 73210.91, Actual Time: 6.007, 389.888

9 / 19

Plan MS:



Plan Postgresql:



Poniżej porównanie czasów rzeczywistych przy ograniczeniu id od 1 do 200. Dla MS SQL: elapsed time (set statistics time on/off). Dla Postgresql: execution time (explain analyze).

Operacja	MS SQL[ms]	Postgres czas [ms]
Window function	1419	8550.937
Join	222	1100.068
Subquery	201408	315267.447

Zapytanie z podzapytaniem zajmuje najwięcej czasu, zaś z joinem najmniej.

Zadanie 3

Funkcje rankingu, row\_number(), rank(), dense\_rank()

Wykonaj polecenie, zaobserwuj wynik. Porównaj funkcje `row_number()`, `rank()`, `dense_rank()`. Skomentuj wyniki.

```
select productid, productname, unitprice, categoryid,
       row_number() over(partition by categoryid order by unitprice desc) as rowno,
       rank() over(partition by categoryid order by unitprice desc) as rankprice,
       dense_rank() over(partition by categoryid order by unitprice desc) as
denserankprice
from products;
```

Wyniki: Produkty zostały posortowane według kategorii i wyświetlone od największej do najmniejszej ceny (w każdej kategorii). Funkcja `row_number()` ponumerowała kolejno wiersze, zaczynając dla każdej kolejnej kategorii od 1. Funkcja `rank()` ponumerowała wiersze tworząc ranking, to znaczy wierszom o tej samej cenie w tej samej kategorii, przyporządkowała te same pozycje (numery) w rankingu, a następne wiersze są numerowane tak jakby nie było miejsc remisowych, powstają luki w numeracji. Dla nowej kategorii również zaczyna numerowanie od początku. Funkcja `dense_rank()` działa podobnie jak `rank()`, z tym że kolejnym pozycją po wierszach remisowych, którym przypisała te same numery, kontynuuje numerując następnymi liczbami - nie tworzy luk w numeracji. Tak samo jak poprzednie funkcje, nowe kategorie zaczyna numerować od nowa.

	productid	productname	unitprice	categoryid	rowno	rankprice	denserankprice
1	38	Côte de Blaye	263,50	1	1	1	1
2	43	Ipoh Coffee	46,00	1	2	2	2
3	2	Chang	19,00	1	3	3	3
4	1	Chai	18,00	1	4	4	4
5	39	Chartreuse ...	18,00	1	5	4	4
6	35	Steeleye St...	18,00	1	6	4	4
7	76	Lakkalikööri	18,00	1	7	4	4
8	70	Outback La...	15,00	1	8	8	5
9	67	Laughing L...	14,00	1	9	9	6
10	34	Sasquatch ...	14,00	1	10	9	6
11	75	Rhönbräu K...	7,75	1	11	11	7
12	24	Guaraná Fa...	4,50	1	12	12	8
13	63	Vegie-spread	43,90	2	1	1	1
14	8	Northwoods...	40,00	2	2	2	2
15	61	Sirop d'érab...	28,50	2	3	3	3

Zadanie

Spróbuj uzyskać ten sam wynik bez użycia funkcji okna

Wyniki:

```
select p1.productid, p1.productname, p1.unitprice, p1.categoryid,
       (select count(*) from products p2
        where p1.categoryid=p2.categoryid and
        (p1.unitprice < p2.unitprice or p1.unitprice=p2.unitprice
```

```
and p1.productid > p2.productid)) + 1 as rowno,  
(select count(*) from products p2  
where p1.categoryid=p2.categoryid and  
p1.unitprice < p2.unitprice) + 1 as rankprice,  
(select count(distinct p2.unitprice) from products p2  
where p1.categoryid=p2.categoryid and  
p1.unitprice < p2.unitprice) + 1 as denserankprice  
from products p1  
order by p1.categoryid, p1.unitprice desc, p1.productid;
```

---

## Zadanie 4

---

Baza: Northwind, tabela product\_history

Dla każdego produktu, podaj 4 najwyższe ceny tego produktu w danym roku. Zbiór wynikowy powinien zawierać:

- rok
- id produktu
- nazwę produktu
- cenę
- datę (datę uzyskania przez produkt takiej ceny)
- pozycję w rankingu

Uporządkuj wynik wg roku, nr produktu, pozycji w rankingu

---

Wyniki:

```
with t as (  
select year(date) as year, productid, productname, unitprice, date,  
       rank() over(partition by year(date), productid order by unitprice desc) as  
rankprice  
from product_history)  
select * from t  
where rankprice <= 4;
```

Zapytanie zwraca 4 najwyższe ceny licząc z remisami.

Spróbuj uzyskać ten sam wynik bez użycia funkcji okna, porównaj wyniki, czasy i plany zapytań. Przetestuj działanie w różnych SZBD (MS SQL Server, PostgreSQL, SQLite)

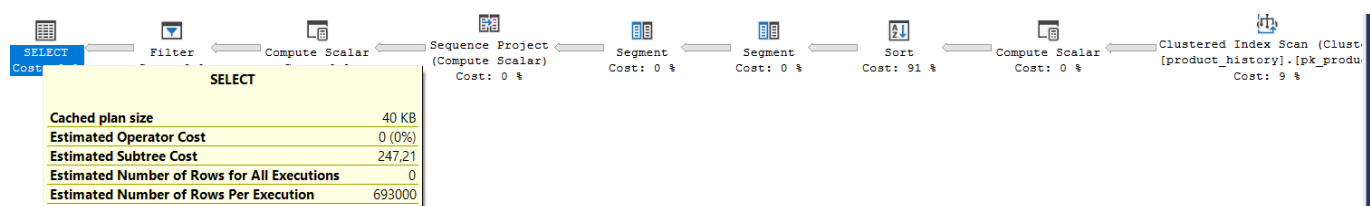
---

Wyniki:

```
with t as (  
select year(p1.date) as year, p1.productid, p1.productname, p1.unitprice, p1.date,
```

```
(select count(*) from product_history p2
where p2.productid=p1.productid and year(p2.date)=year(p1.date)
and p2.unitprice > p1.unitprice) as rankprice
from product_history p1)
select * from t
where rankprice <= 4
order by year, productid, unitprice desc;
```

Zapytanie z funkcją okna jest zdecydowanie szybsze i bardziej wydajne niż drugi sposób - wykonuje się w nieco ponad 2 sekundy w zależności od bazy. W przypadku drugiego zapytania - bez funkcji okna - jest problem, aby doczekać się jego wyniku w którejkolwiek z baz. Nawet po próbie ograniczenia liczby wierszy, `productid<1000`, czas wykonywania był zbyt długi - najdłuższa próba trwała ponad 8 minut. Poniżej plan wykonania zapytania z funkcją okna w bazie SQL Server.



## Zadanie 5

Funkcje `lag()`, `lead()`

Wykonaj polecenia, zaobserwuj wynik. Jak działają funkcje `lag()`, `lead()`

```
select productid, productname, categoryid, date, unitprice,
       lag(unitprice) over (partition by productid order by date)
as previousprodprice,
       lead(unitprice) over (partition by productid order by date)
as nextprodprice
from product_history
where productid = 1 and year(date) = 2022
order by date;

with t as (select productid, productname, categoryid, date, unitprice,
       lag(unitprice) over (partition by productid
order by date) as previousprodprice,
       lead(unitprice) over (partition by productid
order by date) as nextprodprice
       from product_history
       )
select * from t
where productid = 1 and year(date) = 2022
order by date;
```

Wyniki:

Funkcja 'lag()' -> zwraca poprzednią wartość według danej kolejności, zaś 'lead()' -> kolejną (tutaj: wartość ceny produktu poprzedniego/kolejnego zapisanego dnia).

W wyniku pierwszego zapytania te wartości są wybierane tylko dla productid = 1 i rok = 2022, zaś w drugim zapytaniu te funkcje wykonywane są dla wszystkich wierszy, a wyświetlane tylko dla productid = 1 i rok = 2022. Dlatego dla pierwszego zapytania pierwsza wartość zwracana przez 'lag' to null, a w wyniku drugiego zapytania zwracana jest wartość. Dla 'lead', w obu przypadkach dla ostatniej wartości jest null, ponieważ w bazie nie ma dat dalszych niż 2022.

Results		Messages					
	productid	productname	categoryid	date	unitprice	previousprodprice	nextprodprice
1	1	Chai	1	2022-01-01	25.31	NULL	20.69
2	1	Chai	1	2022-01-02	20.69	25.31	18.16
3	1	Chai	1	2022-01-03	18.16	20.69	23.93
4	1	Chai	1	2022-01-04	23.93	18.16	13.69
5	1	Chai	1	2022-01-05	13.69	23.93	25.34
6	1	Chai	1	2022-01-06	25.34	13.69	17.89

	productid	productname	categoryid	date	unitprice	previousprodprice	nextprodprice
1	1	Chai	1	2022-01-01	25.31	21.10	20.69
2	1	Chai	1	2022-01-02	20.69	25.31	18.16
3	1	Chai	1	2022-01-03	18.16	20.69	23.93
4	1	Chai	1	2022-01-04	23.93	18.16	13.69
5	1	Chai	1	2022-01-05	13.69	23.93	25.34
6	1	Chai	1	2022-01-06	25.34	13.69	17.89

### Zadanie

Spróbuj uzyskać ten sam wynik bez użycia funkcji okna, porównaj wyniki, czasy i plany zapytań. Przetestuj działanie w różnych SZBD (MS SQL Server, PostgreSQL, SQLite)

### Wyniki:

```
-- dla postgresql:
with t as(
  select *
  from product_history
  where productid=1 and date_part('year', date) = 2022
)
select t.productid, t.productname, t.categoryid, t.date, t.unitprice,
       (select unitprice from t t1 where t1.productid = t.productid and
        t1.date<t.date order by t1.date desc limit 1) as previousprodprice,
       (select unitprice from t t2 where t2.productid = t.productid and
        t2.date>t.date order by t2.date limit 1) as nextprodprice
from t;

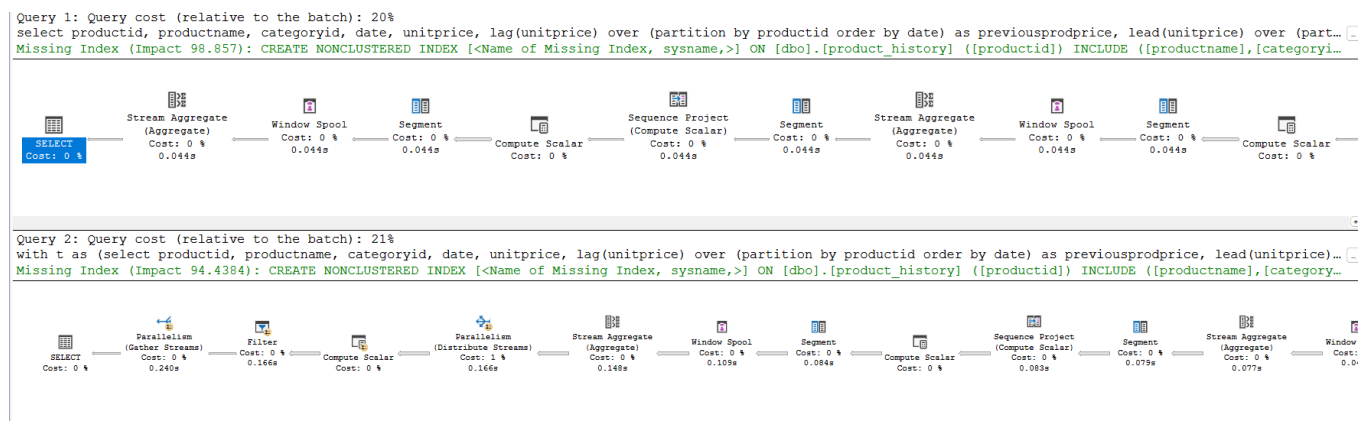
with t as (
  select ph.productid, ph.productname, ph.categoryid, ph.date, ph.unitprice,
         (select unitprice from product_history ph1 where ph1.productid =
          ph.productid and ph1.date<ph.date order by ph1.date desc limit 1) as
          previousprodprice,
```

```

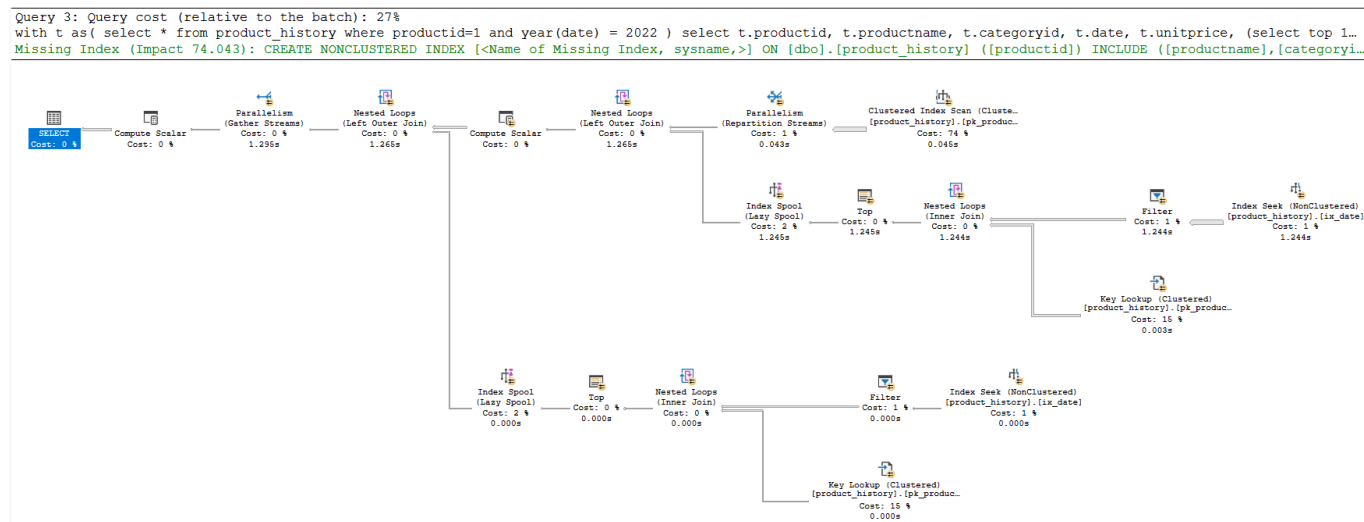
(select unitprice from product_history ph2 where ph2.productid =
ph.productid and ph2.date>ph.date order by ph2.date limit 1) as nextprodprice
from product_history ph
)
select * from t
where productid = 1 and date_part('year', date) = 2022
order by date;
-- dla MS SQL: zamiast limit 1, przy select top 1, zamiast date_part('year',
date), year(date)

```

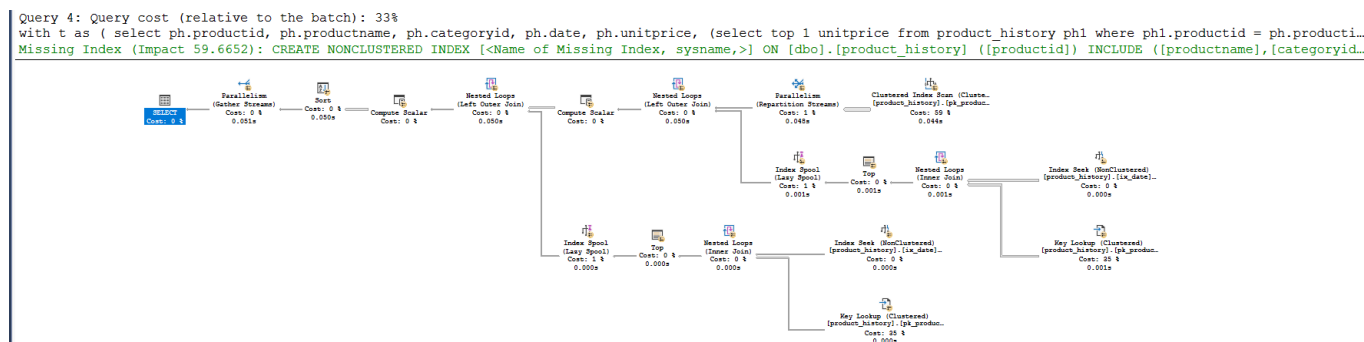
## Plany obu zapytań z oknami:



## Plan pierwszego zapytania bez korzystania z funkcji okna:



## Plan drugiego zapytania bez korzystania z funkcji okna:



Poniżej porównanie czasów rzeczywistych. Dla MS SQL: elapsed time (set statistics time on/off). Dla Postgresql: execution time (explain analyze).

Zapytanie	Operacja	MS SQL [ms]	Postgres [ms]
Pierwsze zapytanie	z window	230	210.091
	bez window	1276	152.932
Drugie zapytanie	z window	205	800.154
	bez window	47	20244.705

## Zadanie 6

Baza: Northwind, tabele customers, orders, order details

Napisz polecenie które wyświetla inf. o zamówieniach

Zbiór wynikowy powinien zawierać:

- nazwę klienta, nr zamówienia,
- datę zamówienia,
- wartość zamówienia (wraz z opłatą za przesyłkę),
- nr poprzedniego zamówienia danego klienta,
- datę poprzedniego zamówienia danego klienta,
- wartość poprzedniego zamówienia danego klienta.

Wyniki:

```
with sum_of_order as(
    select od.orderid, o.orderdate, o.customerid, sum(unitprice * quantity * (1 -
discount)) + o.freight as total_order
    from orderdetails od
    join orders o ON o.orderid = od.orderid
    group by od.orderid, o.orderdate, o.customerid, o.freight
),
orders_with_prev as(
    select orderid, customerid, orderdate,
        lag(orderid) over(partition by customerid order by orderdate) as
prev_order_id,
        lag(orderdate) over(partition by customerid order by orderdate) as
prev_order_date
    from orders o
)
select c.companyname, so.orderid, so.orderdate, so.total_order as order_value,
op.prev_order_id,
    (select total_order from sum_of_order where orderid=op.prev_order_id) as
prev_order_value,
    op.prev_order_date
```



```
from sum_of_order so
join orders_with_prev op ON so.orderid = op.orderid
join customers c ON so.customerid = c.customerid;
```

---

## Zadanie 7

---

Funkcje `first_value()`, `last_value()`

Baza: Northwind, tabele customers, orders, order details

Wykonaj polecenia, zaobserwuj wynik. Jak działają funkcje `first_value()`, `last_value()`. Skomentuj uzyskane wyniki. Czy funkcja `first_value` pokazuje w tym przypadku najdroższy produkt w danej kategorii, czy funkcja `last_value()` pokazuje najtańszy produkt? Co jest przyczyną takiego działania funkcji `last_value`. Co trzeba zmienić żeby funkcja `last_value` pokazywała najtańszy produkt w danej kategorii

```
select productid, productname, unitprice, categoryid,
       first_value(productname) over (partition by categoryid
order by unitprice desc) first,
       last_value(productname) over (partition by categoryid
order by unitprice desc) last
from products
order by categoryid, unitprice desc;
```

---

Wyniki:

-- ...

---

Zadanie

Spróbuj uzyskać ten sam wynik bez użycia funkcji okna, porównaj wyniki, czasy i plany zapytań. Przetestuj działanie w różnych SZBD (MS SQL Server, PostgreSQL, SQLite)

---

Wyniki:

-- ...

---

## Zadanie 8

---

Baza: Northwind, tabele orders, order details

Napisz polecenie które wyświetla inf. o zamówieniach

Zbiór wynikowy powinien zawierać:

- Id klienta,
- nr zamówienia,
- datę zamówienia,
- wartość zamówienia (wraz z opłatą za przesyłkę),
- dane zamówienia klienta o najniższej wartości w danym miesiącu
  - nr zamówienia o najniższej wartości w danym miesiącu
  - datę tego zamówienia
  - wartość tego zamówienia
- dane zamówienia klienta o najwyższej wartości w danym miesiącu
  - nr zamówienia o najniższej wartości w danym miesiącu
  - datę tego zamówienia
  - wartość tego zamówienia

---

Wyniki:

-- ...

---

## Zadanie 9

---

Baza: Northwind, tabela product\_history

Napisz polecenie które pokaże wartość sprzedaży każdego produktu narastająco od początku każdego miesiąca. Użyj funkcji okna

Zbiór wynikowy powinien zawierać:

- id pozycji
- id produktu
- datę
- wartość sprzedaży produktu w danym dniu
- wartość sprzedaży produktu narastające od początku miesiąca

W przypadku długiego czasu wykonania ogranicz zbiór wynikowy do kilkuset/kilku tysięcy wierszy

-- wyniki ...

Spróbuj wykonać zadanie bez użycia funkcji okna. Spróbuj uzyskać ten sam wynik bez użycia funkcji okna, porównaj wyniki, czasy i plany zapytań. Przetestuj działanie w różnych SZBD (MS SQL Server, PostgreSQL,

SQLite)

Wyniki:

-- ...

## Zadanie 10

Wykonaj kilka "własnych" przykładowych analiz. Czy są jeszcze jakieś ciekawe/przydatne funkcje okna (z których nie korzystałeś w ćwiczeniu)? Spróbuj ich użyć w zaprezentowanych przykładach.

Wyniki:

-- ...

Punktacja

zadanie	pkt
1	2
2	2
3	2
4	2
5	2
6	2
7	2
8	2
9	2
10	2
razem	20