PostgreSQL ve verzi 9.5

```
createdb jménodb
```

Vytvoří novou databázi

```
dropdb jménodb
```

odstraní existující databázi

```
psql jménodb[1]
```

spustí SQL konzoli

```
pg_dump jménodb > jméno_souboru
```

Vytvoří zálohu databáze

SQL konzole – psql

Umožní zadání SQL příkazu a zobrazí jeho výsledek.

Přehled důležitých příkazů

Každý příkaz začíná zpětným lomítkem "\" a není ukončen středníkem.

`\c jménodb`	přepnutí do jiné databáze
`\l`	zobrazí seznamu databází
`\d objekt`	zobrazí popis objektu (tabulky, pohledu)
`\dt+`	zobrazí seznamu tabulek
`\dv`	zobrazí seznam pohledů
`\df *filtr*`	zobrazí seznam funkcí
`\sf funkce`	zobrazí zdrojový kód funkce
`\i`	importuje soubor
`\h SQL`	zobrazí syntaxi SQL příkazu
`\?`	zobrazí seznam psql příkazů
`\q`	ukončí konzolu
`\x`	přepíná řádkové a sloupcové zobrazení
`\timing on`	zapíná měření času zpracování dotazu

Konfigurace konzole

Soubor *.bashrc*

```
export PAGER=less
export LESS="-iMSx4 -RSFX -e"
```

Soubor *.psqlrc*

```
\pset pager always
\pset linestyle unicode
\pset null 'NULL'
\set FETCH_COUNT 1000
\set HISTSIZE 5000
\timing
\set HISTFILE ~/.psql_history-:DBNAME
\set HISTCONTROL ignoredups
\set PROMPT1 '(%n@%M:%>) [%/] > '
\set ON_ERROR_ROLLBACK on
\set AUTOCOMMIT off[2]
```

1 Nastavením systémové proměnné `PGDATABASE` lze určit implicitní databázi

2 Doporučeno pro produkci – vynucuje potvrzení změn explicitním `COMMITem`. Po vypnutí *autocommitu* se psql bude chovat podobně jako konzole *Oracle*.

Export a import dat

Příkaz COPY

Pomocí příkazu `COPY` můžeme číst a zapisovat soubory na serveru (pouze superuser) nebo číst ze **stdin** a zapisovat na **stdout**. Podobný příkaz `\copy` v **psql** umožňuje číst a zapisovat soubory na klientském počítači.

Export tabulky zaměstnanci do CSV souboru

```
COPY zamestnanci TO '/tmp/zam.csv'
   CSV HEADER
   DELIMITER ';' FORCE QUOTE *;
```

Import tabulky zaměstnanci z domovského adresáře uživatele (v konzoli)

```
\copy zamestnanci from ~/zamestnanci.dta
```

pg_dump – zajímavé parametry

Příkaz `pg_dump` slouží k jednoduchému zálohování databáze[3].

`-f`	specifikuje cílový soubor
`-a`	exportuje pouze data
`-s`	exportuje pouze definice
`-c`	odstraní objekty před jejich importem
`-C`	vloží příkaz pro vytvoření nové databáze
`-t`	exportuje pouze jmenovanou tabulku
`-T`	neexportuje uvedenou tabulku
`--disable-triggers`	během importu blokuje triggery
`--inserts`	generuje příkazy `INSERT` místo `COPY`
`--Fc`	záloha je průběžně komprimovaná s dodatečnými meta informacemi[4]

Základní konfigurace PostgreSQL

Soubor *postgresql.conf*

Po instalaci PostgreSQL je nutné nastavit několik málo konfiguračních parametrů, které ovlivňují využití operační paměti (výchozí nastavení je zbytečně úsporné).

```
shared_buffers[5]= 2GB
```

velikost paměti pro uložení datových stránek (1/5..1/3 RAM[6])

```
work_mem = 10MB
```

limit paměti pro běžnou manipulaci s daty (10..100MB)

```
maintenance_work_mem = 200MB
```

limit paměti pro údržbu (100MB ..)

```
effective_cache_size = 6GB
```

odhad objemu dat cache (2/3 RAM)

```
max_connections = 100
```

max počet přihlášených uživatelů (často zbytečně vysoké)

3 Příkaz `pg_dump` nezálohuje uživatele. K tomuto účelu se používá příkaz pg_dumpall s parametrem -r. Zálohování příkazem `pg_dump` je vhodné pro databáze do velikosti cca 50GB. Pro větší databáze je praktičtější použít jiné metody zálohování.

4 Pro obnovu je nutné použít `pg_restore`, obnovit lze i každou vybranou tabulku.

5 Nastavení `shared_buffers` nad 28MB typicky vyžaduje úpravu **`SHMMAX`** (na os. Linux)

6 Doporučené hodnoty platí pro tzv dedikovaný server – tj počítač, který je vyhrazen primárně pro provoz databáze s 8GB RAM.

Mělo by platit[7]:

```
shared_buffers + 2 * work_mem * max_connection <= 2/3 RAM
shared_buffers + 2 * maintenance_work_mem <= 1/2 RAM
max_connections <= 10 * (počet_CPU)
```

Pokud dochází k intenzivnímů zápisu, může mít smysl zvýšit hodnotu *max_wal_size*. Pokud velikost transakčního logu přesáhne tuto hranici, dojde k provedení `CHECKPOINTu`. Vyšší hodnota znamená nižší frekvenci checkpointů a naopak. Výchozí hodnota 1GB je pro obvyklé použití dostatečná.

```
max_wal_size = 1GB
```

Po `CHECKPOINTu` lze zahodit transakční logy vztažené k času před `CHECKPOINTem`. Za optimální frekvenci `CHECKPOINTů` se považuje 5 – 15 min.

```
listen_addresses = '*'
```

`A pro vzdálený přístup povolit TCP`

SQL

Nejdůležitějším `SQL` příkazem je příkaz `SELECT`. Při zápisu je nutné dodržovat pořadí jednotlivých klauzulí:

```
SELECT AVG(a.sloupec1), b.sloupec4
   FROM tabulka1 a
        JOIN tabulka2 b
        ON a.sloupec1 = b.sloupec2
  WHERE b.sloupec3 = 'něco'
  GROUP BY b.sloupec4
  HAVING AVG(a.sloupec1) > 100
  ORDER BY 1
  LIMIT 10
```

Sjednocení, průnik, rozdíl relací

Pro relace (tabulky) existují operace sjednocení (`UNION`), průnik (`INTERSECT`) a rozdíl (`EXCEPT`). Častou operací je sjednocení relací – výsledků dvou příkazů `SELECT` – operace sloučí řádky (a zároveň odstraní případné duplicitní řádky). Podmínkou je stejný počet sloupců a konvertibilní datové typy slučovaných relací.

Vybere 10 nejstarších zaměstnanců bez ohledu zdali se jedná o interního nebo externího zaměstnance:

```
SELECT jmeno, prijmeni, vek
   FROM zamestnanci
UNION[8]
SELECT jmeno, prijmeni, vek
 FROM externi_zamestnanci
ORDER BY vek DESC[9]
LIMIT 10;
```

CASE

Konstrukce `CASE` se používá pro transformace hodnot – zobrazení, bez nutnosti definovat vlastní funkce. Existují dva zápisy – první hledá konstantu, v druhém se hledá platný výraz:

```
SELECT CASE sloupec WHEN 0 THEN 'NE'
                    WHEN 1 THEN 'ANO' END
  FROM tabulka;
```

7 Jedná se o orientační hodnoty určené pro počáteční konfiguraci "typického použití" databáze.

8 Při použití `UNION ALL` nedochází k odstranění duplicitních řádků – což může zrychlit vykonání dotazu.

9 Klauzule `ORDER BY` se aplikuje na výsledek algebraických operací

```
SELECT CASE WHEN sloupec = 0 THEN 'NE'
            WHEN sloupec = 1 THEN 'ANO' END
   FROM tabulka;
```

V případě, že se nenajde hledaná konstanta a nebo že žádný výraz není pravdivý, tak je výsledkem hodnota za klíčovým slovem ELSE – nebo NULL, pokud chybí ELSE.

Agregační funkce s definovaným pořadím

Výsledek novějších agregačních funkcí – string_agg, array_agg zavisí na pořadí ve kterém se zpravovávala agregovaná data. Proto je možné přímo v agregační funkci určit v jakém pořadí bude agragační funkce načítat hodnoty. **Klauzule ORDER BY musí být za posledním argumentem agregační funkce**.

Vrátí seznam zaměstnanců v každém oddělení řazený podle příjmení:

```
SELECT sekce_id, string_agg(prijmeni, ',' ORDER BY prijmeni)
 FROM zamestnanci
 GROUP BY sekce_id
```

Agregační funkce nad uspořádanou množinou[10]

Tato speciální syntax se používá pouze pro funkce, jejichž výpočet vyžaduje seřazená data (např. výpočet percentilů). Následující dotaz zobrazí medián (50% percentil) mzdy zaměstnanců.

```
SELECT percentile_cont(0.5[11]) WITHIN GROUP (ORDER BY mzda)
   FROM zamestnanci
```

Poddotazy

Příkaz SELECT může obsahovat vnořené příkazy SELECT. Vnořený příkaz SELECT se nazývá **poddotaz** a vkládá se do oblých závorek. Poddotazy se mohou použít i u dalších SQL příkazů.

Poddotaz ve WHERE

Používá se pro filtrování – následující dotaz zobrazí obce z okresu Benešov:

```
SELECT nazev
   FROM obce o
  WHERE o.okres_id = (SELECT id
                        FROM okresy
                       WHERE kod = 'BN')
```

Korelované poddotazy

Poddotaz se může odkazovat na výsledek, který produkuje vnější dotaz.

Pro každého zaměstnance zobrazí seznam jeho dětí:

```
SELECT jmeno, prijmeni
       (SELECT string_agg(jmeno, ',')
           FROM deti d
          WHERE d.zamestnanec_id = z.id)
   FROM zamestnanci z
```

Zobrazí zaměstnance, kteří mají děti:

```
SELECT jmeno, prijmeni
   FROM zamestanci z
  WHERE EXISTS(SELECT id
                 FROM deti d
                WHERE d.zamestnanec_id = z.id)
```

10 v PostgreSQL 9.4

11 Rozšíření vůči ANSI/SQL umožňuje zadat více parametrů jako pole – výsledkem je opět pole.

Zobrazí z každého oddělení dva nejstarší zaměstnance (více násobné použití tabulky)

```
SELECT jmeno, prijmeni
    FROM zamestnanci z1
   WHERE vek IN (SELECT vek
                   FROM zamestnanci z2
                  WHERE z2.sekce_id = z1.sekce_id
                  ORDER BY vek DESC
                  LIMIT 2)
```

Spojení relací[12] JOIN

Příkaz JOIN spojuje relace (tabulky) vedle sebe a to na základě stejných hodnot v jednom nebo více atributu (sloupci). Každé spojení specifikuje dvě relace (spojkou je klíčové slovo JOIN) a podmínku, která určuje, jak se tyto relace budou spojovat (zapsanou za klíčovým slovem ON).

Vnitřní spojení relací – INNER JOIN

Nejčastější varianta – do výsledku se zahrnou pouze řádky, které se podařilo dohledat v obou relacích (stejné hodnota/hodnoty) se nalezly v obou tabulkách.

Zobrazí jméno dítěte a jméno rodiče (zaměstnance) – v případě, že má zaměstnanec více dětí, tak jeho jméno bude uvedeno opakovaně:

```
SELECT d.jmeno, d.prijmeni, z.jmeno, z.prijmeni
   FROM deti d
        JOIN zamestnanci z
        ON d.zamestnanec_id = z.id
```

Vnější spojení relací – OUTER JOIN

Jedná se o rozšíření vnitřního spojení – kromě řádků, které se spárovaly se do výsledku zařadí i nespárované řádky z tabulky nalevo od slova JOIN (LEFT JOIN) nebo napravo od slova JOIN (RIGHT JOIN). Chybějící hodnoty se nahradí hodnotou **NULL**.

Často se používá dohromady s testem na hodnotu NULL – operátorem **IS NULL**[13]. Tím se vyberou nespárované řádky – např. pro zobrazení zaměstnanců, kteří nemají děti, lze použít dotaz:

```
SELECT z.jmeno, z.prijmeni
   FROM zamestnanci z
        LEFT JOIN deti d
        ON z.id = d.zamestnanec_id
  WHERE d.id IS NULL.
```

Použití derivované tabulky

Poddotaz se může objevit i v klauzuli FROM – pak jej označujeme jako derivovaná tabulka[14]. I derivovanou tabulku lze spojovat s běžnými tabulkami (obojí je relací).

Následující příklad zobrazí seznam nejstarších zaměstnanců z každého oddělení:

```
SELECT z.jmeno, z.prijmeni
   FROM zamestnanci z
        JOIN (SELECT sekce_id, MAX(vek) AS vek
                FROM zamestnanci
               GROUP BY sekce_id) s
         ON z.sekce_id = s.sekce_id
        AND z.vek = s.vek
```

12 Tabulka je relací. Výsledek SQL dotazu je relací. Tudíž příkaz SELECT můžeme aplikovat na tabulku nebo i na výsledek jiného příkazu SELECT.

13 **Pro hodnotu NULL není možné použít operator =.**

14 SELECT ze SELECTu

Dotazy s LATERAL relacemi

Klauzule LATERAL[15] umožňuje ke každému záznamu relace X připojit výsledek poddotazu (derivované tabulky), uvnitř kterého je možné použít referenci na relaci X. Místo derivované tabulky lze použít funkci, která vrací tabulku, a pak atribut(y) z relace X může být argumentem této funkce.

Pro každý záznam z tabulky a vrátí všechny záznamy z tabulky b, pro které platí, že atribut a je větší než dvojnásobek atributu b.

```
SELECT  *
   FROM a,
        LATERAL (SELECT *
                   FROM b
                  WHERE a.a > 2 * b.b) x;
```

Pro každou hodnotu vrátí součet všech kladných celých čísel menší rovno této hodnotě:

```
SELECT a, sum(i)
   FROM a,
        LATERAL generate_series(1, a) g(i)
  GROUP BY a
  ORDER BY 1;
```

Analytické (window) funkce

Analytické funkce se počítají pro každý prvek definované podmnožiny, např. pořadí prvku v podmnožině. Na rozdíl od agregačních funkcí se podmnožiny nedefinují klauzulí GROUP BY, ale klauzulí PARTITION hned za voláním analytické funkce (v závorce za klíčovým slovem OVER). Mezi nejčastěji používané analytické funkce bude patřit funkce row_number (číslo řádku) nebo ranking (pořadí hodnoty), případně dense_rank a percent_rank.

Pozor – pro analytické funkce nelze použít klauzuli HAVING – filtrování hodnot se řeší použitím derivované tabulky.

Následující dotaz vybere deset nejdéle zaměstnaných pracovníků (na základě porovnání osobních čísel):

```
SELECT jmeno, prijmeni
   FROM (SELECT rank() OVER (ORDER BY id),
                jmeno, prijmeni
           FROM zamestnanci
          WHERE ukonceni_prac_pomeru IS NULL) s
  WHERE s.rank <= 10
```

Zobrazení dvou nejstarších zaměstnanců z každého oddělení:

```
SELECT jmeno, prijmeni
   FROM (SELECT rank() OVER (PARTITION BY sekce_id
                             ORDER BY vek DESC),
                jmeno, prijmeni
           FROM zamestnanci) s
  WHERE s.rank <= 2
```

Seznam tří nejlépe hodnocených pracovníků z každého oddělení:

```
SELECT jmeno, prijmeni
   FROM (SELECT rank() OVER (PARTITION BY sekce_id
                             ORDER BY hodnoceni),
                jmeno, prijmeni, hodnoceni, sekce_id
           FROM zamestnanci) s
  WHERE s.rank <= 2
  ORDER BY sekce_id, hodnoceni
```

O síle analytických funkcí nás může přesvědčit následující příkaz. V tabulce *statistics* se ukládají aktuální hodnoty čítačů množství vložených, aktualizovaných a odstraněných řádek. Odečet čítačů se provádí každých 5 minut. Následující dotaz zobrazí počet

15 V PostgreSQL 9.3

vložených, aktualizovaných a odstraněných řádek pro každý interval:

```
SELECT dbname, time,
      tup_inserted - lag[16](tup_inserted) OVER w as tup_inserted,
       tup_updated - lag(tup_updated) OVER w as tup_updated,
       tup_deleted - lag(tup_deleted) OVER w as tup_deleted,
   FROM statistcs WINDOW w[17] AS (PARTITION BY dbname,
                                   ORDER BY time)
```

Common Table Expressions – CTE

Pomocí CTE můžeme dočasně (v rámci jednoho SQL příkazu) definovat novou relaci a na tuto relaci se můžeme opakovaně odkazovat.

Nerekurzivní CTE

CTE klauzule umožňuje řetězení (pipelining) SQL příkazů (archivuje zrušené záznamy):

```
WITH t1 AS (DELETE FROM tabulka RETURNING *),
     t2 AS (INSERT INTO archiv SELECT * FROM t1 RETURNING *)
  SELECT * FROM t2;
```

Vrací čísla dělitelná 2 a 3 beze zbytku z intervalu 1 až 20 (zabraňuje opakovanému výpočtu):

```
WITH iterator AS (SELECT i FROM generate_series(1,20) g(i))
  SELECT * FROM iterator WHERE i % 2 = 0
  UNION
  SELECT * FROM iterator WHERE i % 3 = 0
  ORDER BY 1;
```

V PostgreSQL mohou relace vzniknout i na základě DML příkazů (`INSERT`, `UPDATE`, `DELETE`).

```
WITH upsert[18] AS (UPDATE target t SET c = s.c
                      FROM source s
                     WHERE t.id = s.id
                     RETURNING s.id)
  INSERT INTO target
    SELECT *
      FROM source s
     WHERE s.id NOT IN (SELECT id
                          FROM upsert)
```

Rekurzivní CTE

Lokální relace vzniká jako výsledek iniciálního `SELECTu` *S1*, který vrací kořen a opakovaného volání `SELECTu` *S2*, který vrací všechny potomky uzlů, které byly dohledány v předchozí iteraci. Rekurze končí, pokud výsledkem *S2* je prázdná relace:

```
WITH RECURSIVE ti
  AS (SELECT S1
      UNION ALL
      SELECT S2
         FROM tabulka t
              JOIN ti
              ON t.parent = ti.id)
  SELECT *
     FROM ti;
```

Zobrazí seznam všech zaměstnanců, kteří jsou přímo nebo nepřímo podřízení zaměstnanci s `id = 1` (včetně hloubky rekurze):

```
WITH RECURSIVE os
 AS (SELECT , 1 AS hloubka
 FROM zamestnanci
        WHERE id = 1
      UNION ALL
      SELECT z.*, hloubka + 1
         FROM zamestnanci z
              JOIN os
              ON z.nadrizeny = os.id)
  SELECT *
     FROM os;
```

GROUPING SETS

Klauzule `GROUPING SETS` zajistí vícenásobnou agregaci podle daného seznamu. klauzule `CUBE` vytvoří všechny kombinace z daného seznamu, klauzule `ROLLUP`[19] vytvoří agregace implementující drilování dat podle zadaného seznamu.

```
SELECT a,b, sum(x) FROM foo GROUP BY GROUPING SETS(a,b,())
```

je ekvivalentem dotazu

```
SELECT a, NULL, sum(x) FROM foo GROUP BY a
UNION ALL SELECT NULL, b, sum(x) FROM foo GROUP BY b
UNION ALL SELECT NULL, NULL, sum(x)
```

`CUBE` a `ROLLUP` se převádějí na `GROUPING SETS`:

```
CUBE(a, b)                  GROUPING SETS((a,b), a, b, ())
ROLLUP(a, b)                GROUPING SETS((a,b), a, ())
```

Zobrazí prodeje podle lokality a názvu, podle lokality a prodeje celkem:

```
SELECT lokalita, nazev, sum(prodej)
   FROM data_prodeje
  GROUP BY ROLLUP(lokalita, nazev)
```

Ostatní SQL příkazy

INSERT

Jednoduchý `INSERT` s vložením defaultní hodnoty

```
INSERT INTO tab1(id, t) VALUES(DEFAULT, '2012-12-16');
```

Vícenásobný `INSERT`

```
INSERT INTO tab2(a, b)  VALUES(10,20),(30,40)
```

`INSERT SELECT` – vloží výsledek dotazu včetně aktuálního času

```
INSERT INTO statistics
  SELECT CURRENT_TIMESTAMP, *
     FROM pg_stat_user_tables
```

UPDATE

Aktualizace na základě dat z jiné tabulky

```
UPDATE zamestnanci z
   SET mzda = n.mzda
  FROM novy_vymer n
  WHERE z.id = n.id
```

DELETE

Příkaz DELETE odstraňuje záznamy z tabulky

```
DELETE FROM produkty
  WHERE id IN (SELECT id
                 FROM ukoncene_produkty)
```

Častou úlohou je odstranění duplicitních řádek:

```
DELETE FROM lidi l
  WHERE ctid[20] <> (SELECT ctid
                       FROM lidi
                      WHERE prijmeni=l.prijmeni
                        AND jmeno=l.jmeno
                      LIMIT 1);
```

INSERT ON CONFLICT DO

Pomocí klauzule `ON CONFLICT DO` příkazu `INSERT` můžeme propojit příkazy `INSERT` a `UPDATE` do jednoho příkazu. Touto klauzulí se zavádí nový alias `EXCLUDED` pro kolizní vkládaný řádek.

Následující příkaz vloží obsah tabulky *boo* do tabulky *foo*. Neudělá nic, pokud se vložená hodnota *x* neliší od již existující:

```
INSERT INTO foo
  SELECT * FROM boo
  ON CONFLICT (id) DO
           UPDATE foo SET x = excluded.x
              WHERE x IS DISTINCT FROM excluded.x;
```

Často používané funkce a operátory

`substring('ABC' FROM 1 FOR 2)`	vrátí podřetězec
`upper('ahoj')`	převede text na velká písmena
`lower('AHOJ')`	převede text na malá písmena
`to_char(now(), 'DD.MM.YY')`	formátuje datum
`to_char(now(), 'HH24:MI:SS')`	formátuje čas
`trim('  aa  ')`	odstraní krajní mezery
`EXTRACT(dow FROM now())`	vrací den v týdnu
`EXTRACT(day FROM now())`	vrátí den v měsíci
`EXTRACT(month FROM now())`	vrátí měsíc
`EXTRACT(year FROM now())`	vrátí rok
`date_trunc('month', now())`	vrátí nejbližší začátek období
`COALESCE(a,b,c)`	vrátí první ne NULL hodnotu
`array_lower(a, 1)`	vrátí spodní index pole nté dimenze
`array_upper(a,1)`	vrátí horní index pole nté dimenze
`random()`	vrátí pseudonáhodné číslo [0..1)
`generate_series(l,h)`	generuje posloupnost od l do h
`array_to_string(a, ',')`	serializuje pole
`string_to_array(a, ',')`	parsuje řetězec do pole
`string_agg(a, ', ')`	agreguje do seznamu hodnot
`concat('A',NULL,'B')`	spojuje řetězce, ignoruje `NULL`
`concat_ws(',', 'A',NULL,'B')`	spojuje řetězce daným separátorem
`'Hello' || 'World'`	spojuje řetězce (citlivé na `NULL`)
`10 IS NULL`	test na `NULL`
`10 IS NOT NULL`	negace testu na `NULL`
`10 IS DISTINCT FROM 20`	`NULL` bezpečný test na neekvivalenci
`10 IS NOT DISTINCT FROM 20`	`NULL` bezpečný test na ekvivalenci

16 Funkce **lag** vrací předchozí hodnotu atributu v podmnožině.
17 Příklad obsahuje ukázku sdílené definice okna (podmnožiny) **w**.
18 V případě, že záznam existuje, provede `UPDATE`, jinak `INSERT`.
19 Implementace této klauzule je velice úsporná
20 *Ctid* je fyzický identifikátor záznamu – v podstatě je to pozice záznamu v datovém souboru. Hodí se pouze pro některého úlohy, neboť po aktualizaci má záznam jiné *ctid*.

`row_number()`	číslo řádku v podmnožině
`rank()`	pořadí v podmn. – nesouvislá řada
`dense_rank()`	pořadí v podmn. – souvislá řada
`lag(a, 1, -1)`	n-tá předchozí hodnota v podmn.
`lead(a, 1, -1)`	n-tá následující hodnota v podmn.
`ntile(10)`	vrací číslo podmnožiny z n skupin[21]

`nazev ~ 'xx$'`	test na regulární výraz (citlivé na velikost písmen)
`název ~* 'XX$'`	test na regulární výraz (bez ohledu na velikost písmen)

Přibližné dohledání mediánu:

```
SELECT max(a)
   FROM (SELECT a, ntile(2) OVER (ORDER BY a)
           FROM a) x
  WHERE ntile = 1;
```

Monitoring

Offline

Základní úkolem je monitorování pomalých dotazů[22], popřípadě monitorování událostí, které jsou obvykle spojeny s výkonnostními problémy.

```
log_min_duration_statement = 200
```

zapíše dotaz, který běžel déle než 200 ms

```
log_lock_waits = on
```

zaloguje čekání na zámek delší než detekce deadlocku (1 sec)

```
log_temp_files = 1MB
```

zaloguje vytvoření dočasného souboru většího než 1MB[23]

Online

Dotazy do systémových tabulek můžeme zjistit aktuální stav a provoz databáze, případně využití jednotlivých databázových objektů.

Stav otevřených spojení (přihlášených uživatelů do db)

```
SELECT * FROM pg_stat_activity;
```

Přerušení všech dotazů běžících déle než 5 min

```
SELECT pg_cancel_backend(pid)
   FROM pg_stat_activity
 WHERE current_timestamp – query_start > interval '5 min';
```

Využití jednotlivých db (včetně aktuálně přihlášených uživatelů k db)

```
SELECT * FROM pg_stat_database;
```

Využití tabulek[24] (počet čtení, počet zápisů, ...)

```
SELECT * FROM pg_stat_user_tables;
```

Využití IO, cache vztažené k tabulkám

```
SELECT * FROM pg_statio_user_tables;
```

21 Rozdělí množinu do n podobně velkých podmnožin. Lze použít pro orientační určení mediánu a kvantilů.
22 Pro analýzu pomalých dotazů lze použít **pgFouine** nebo **pgbadger**. K monitorování lze použít extenze `auto_explain` (zapíše do logu prováděcí plán pomalého dotazu)
23 Velké množství dočasných souborů může signalizovat nízkou hodnotu `work_mem`.
24 Pro indexy - pg_stat_user_indexes

Po instalaci doplňku `pg_buffercache` můžeme monitorovat obsah PostgreSQL cache. Funkce z doplňku `pgstattuple` umožňují provést nízkoúrovňovou diagnostiku datových souborů tabulek a indexů.

Pl/pgSQL

PL/pgSQL je jednoduchý programovací jazyk vycházející z PL/SQL (Oracle) a potažmo ze zjednodušeného programovacího jazyka ADA. Je těsně spjat s prostředím PostgreSQL – k dispozici jsou pouze datové typy, které nabízí PostgreSQL a operátory a funkce pro tyto typy. Je to ideální lepidlo pro SQL příkazy, které mohou být vykonány na serveru, čímž se odbourávají latence způsobené sítí a protokolem.

Základní funkce

Funkce slouží k získání výsledku nebo provedení nějaké operace nad daty. Funkce v PostgreSQL mohou vracet skalární hodnotu (jeden atribut), záznam (více atributů), pole, případně tabulku. Uvnitř funkcí nelze používat explicitně řízení transakcí[25].

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION novy_zamestnanec(jmeno text,
                                            plny_uvazek boolean)
RETURNS void AS $$
BEGIN
  IF plny_uvazek THEN
    INSERT INTO zamestnanci
      VALUES(novy_zamestnanec.jmeno);
  ELSE
    INSERT INTO externisti
      VALUES(novy_zamestnanec.jmeno);
  END IF;
END;
$$ LANGUAGE plpgsql;

SELECT novy_zamestnanec('Stehule, true');
SELECT novy_zamestnanec(jmeno => 'Stehule', true);
```

Iterace nad výsledkem dotazu

V některých případech potřebujeme zpracovat výsledek dotazu – iterace FOR SELECT nám umožňuje provést určitý proces nad každým záznamem vrácené relace (pozor – v případě, že lze iteraci nahradit jedním čitelným SQL příkazem, měli bychom preferovat jeden SQL příkaz):

```
DECLARE r record;
BEGIN
  FOR r IN SELECT * FROM pg_database
  LOOP
    RAISE NOTICE[26] '%', r;
  END LOOP;
END;
```

Provedení akce pokud hodnota existuje

Jedná se o typický vzor, kde je začátečnickou chybou rozhodovat nad počtem záznamů – což může být řádově dražší úloha než test na existenci hodnoty:

```
BEGIN
  IF EXISTS(SELECT 1
              FROM zamestnanci z
             WHERE z.jmeno = _jmeno
             FOR UPDATE[27])
  THEN
    ...
  END IF;
END;
```

25 Používají se pouze subtransakce (implicitní) a to k zajištění ošetření zachycení výjimky.
26 Zobrazí text na ladící výstup.
27 Pozor na případnou **RACE CONDITION**.

Ošetření chyby

PL/pgSQL vytváří subtransakci pro každý chráněný blok – v případě zachycení výjimky je tato subtransakce automaticky odvolána:

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION fx(a int, b int)
RETURNS int AS $$
BEGIN
  RETURN a / b;
EXCEPTION WHEN division_by_zero THEN
  RAISE EXCEPTION 'deleni nulou';
END;
$$ LANGUAGE plpgsql IMMUTABLE STRICT;
```

Funkce s defaultními parametry

PostgreSQL podporuje defaultní hodnoty parametrů funkce – při volání funkce, lze parametr, který má přiřazenou defaultní hodnotu vynechat. Následující funkce vrátí tabulku existujících databází – a v případě, že parametr vynecháme, tak tabulku databází aktuálního uživatele:

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION dblist(username text
                                  DEFAULT CURRENT_USER)

RETURNS SETOF text AS $$
BEGIN
  RETURN QUERY SELECT datname::text
                 FROM pg_database d
                WHERE pg_catalog.pg_get_userbyid(d.datdba)
                    = username;
  RETURN;
END;
$$ LANGUAGE plpgsql;

SELECT * FROM dblist('postgres');
SELECT * FROM dblist(username => 'postgres');
SELECT * FROM dblist();
```

Variadické funkce

Variadická funkce je funkce s proměnlivým počtem parametrů. Posledním parametrem této funkce je tzv variadický parametr typu pole.

Následující ukázka je vlastní implementace funkce *least* – získání minimální hodnoty ze seznamu hodnot:

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION myleast(VARIADIC numeric[])
RETURNS numeric AS $$
  SELECT MIN(v)
     FROM unnest($1) g(v);
$$ LANGUAGE sql;
```

Zde se nejedná o *PL/pgSQL* funkci, ale o *SQL* funkci – pro triviální funkce je vhodnější používat tento jazyk:

```
SELECT myleast(10,1,2);
SELECT myleast(VARIADIC ARRAY[10,1,2])
```

Polymorfní funkce

Polymorfní funkce jsou generické funkce, navržené tak, aby byly funkční s libovolným datovým typem. Místo konkrétního typu parametru použijeme generický typ – `ANYELEMT`, `ANYARRAY`, `ANYNONARRAY`, `ANYRANGE` a `ANYENUM`.

Generická funkce *myleast* by mohla vypadat následujícím způsobem:

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION myleast(VARIADIC ANYARRAY)
RETURNS ANYELEMENT AS $$
 SELECT MIN(v)
 FROM unnest($1) g(v);
$$ LANGUAGE sql;
```

SECURITY DEFINER funkce

Kód funkce v PostgreSQL běží s právy uživatele, který danou funkci aktivoval[28] (podobné je to i u triggerů). Toto chování lze změnit – pomocí atributu funkce SECURITY DEFINER. Tato technika se používá v situacích, kdy dočasně musíme zpřístupnit data, ke kterým běžně není přístup.

Následující funkci musí zaregistrovat (tím se stane jejím vlastníkem) uživatel s přístupem k tabulce *users*:

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION verify_login(usrname text,
                                        password text)
RETURNS boolean AS $$
BEGIN
  IF EXISTS(SELECT *
              FROM users u
             WHERE u.passwd = md5(verify_login.password)
               AND u.name = verify_login.usrname)
  THEN
    RETURN true;
  ELSE
    RAISE WARNING 'unsuccessful login: %', usrname;
    PERFORM pg_sleep(random() * 3);
    RETURN false;
  END;
END;
$$ SECURITY DEFINER
LANGUAGE plpgsql;
```

Výhodou tohoto řešení je skutečnost, že i když útočník dokáže kompromitovat účet běžného uživatele, nezíská přístup k tabulce *users*.

Triggery

Triggrem se v PostgreSQL myslí vazba mezi určitou událostí a jednou konkrétní funkcí. Pokud ta událost nastane, tak se vykoná dotyčná funkce. Triggerem můžeme sledovat změny dat v tabulkách (klasické `BEFORE`, `AFTER` triggery), pokus o změnu dat v pohledu (`INSTEAD OF` triggery), případně změny v systémovém katalogu (`EVENT` triggery[29]).

Nejčastěji používané jsou `BEFORE`, `AFTER` triggery volané po operacích `INSERT`, `UPDATE` a `DELETE`. Vybrané funkce se mohou spouštět pro každý příkazem dotčený řádek (`ROW` trigger) nebo jednou pro příkaz (`STATEMENT` trigger). U řádkových triggerů máme k dispozici proměnnou `NEW` a `OLD`, obsahující záznam před provedením a po provedení příkazu. Modifikací proměnné `NEW` můžeme záznam měnit (v `BEFORE` triggeru). V době provedení funkcí `BEFORE` triggerů je dotčený záznam ještě v nezměněné podobě. Funkce `AFTER` triggerů se volají v době, kdy tabulka obsahuje nové verze všech záznamů[30].

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION pridej_razitko()
RETURNS trigger AS $$
BEGIN
  NEW.vlozeno := CURRENT_TIMESTAMP;
  NEW.provedl := SESSION_USER;
  RETURN NEW;
END;
$$ LANGUAGE plpgsql;

CREATE TRIGGER orazitkuj_zmenu_zamestnanci
  BEFORE INSERT OR UPDATE ON zamestnanci
  FOR EACH ROW
  EXECUTE PROCEDURE pridej_razitko();
```

28 Toto chování je podobné přístupu k uživatelským právům v Unixu. Pozor – prakticky ve všech ostatních db (včetně ANSI SQL) je to jinak – kód uvnitř funkce je vykonáván s právy vlastníka funkce.

29 V PostgreSQL 9.3

30 AFTER triggery používáme, když potřebujeme vidět změny v tabulce. Provádějí se až po vložení, aktualizaci, odstranění všech řádků realizovaných jedním SQL příkazem a jsou proto o něco málo náročnější než BEFORE triggery – musí se udržovat fronta nevyhodnocených AFTER triggerů.

Partitioning

Partitioning umožňuje rozdělit data v relaci do definovaných fyzicky oddělených disjunktních podmnožin. Později, při zpracování dotazu se použijí pouze ty *partitions*, které jsou pro zpracování dotazu nezbytné.

Dědičnost relací

Velice specifickou vlastností PostgreSQL je částečná podpora OOP – podpora dědičnosti. Relace může být vytvořena děděním jiné relace. Relace potomka obsahuje atributy rodiče a případně další. Relace rodiče obsahuje všechny záznamy relací, které vznikly jejím přímým nebo nepřímým poděděním. Například z relace *lidé (jméno, příjmení)* poddědím relace *studenti (jméno, příjmení, obor)* a *zaměstnanci (jméno, příjmení, zařazení)*. Dotaz do relace lidé zobrazí jak všechny studenty tak všechny zaměstnance.

```
CREATE TABLE lide(jmeno text, prijmeni text);
CREATE TABLE studenti(obor text) INHERITS (lide);
CREATE TABLE zamestnanci(zarazeni text) INHERITS(lide);
```

Partition je v PostgreSQL poděděná relace (tabulka) s definovaným omezením. Toto omezení by mělo časově invariantní (tj neměl bych se snažit o *partition* pro „posledních 30 dní“)

```
CREATE TABLE objednavka(vlozeno date, castka numeric(12,2));
CREATE TABLE objednavka_2012
       (CHECK(EXTRACT(year FROM vlozeno) = 2012))
  INHERITS (objednavka);
CREATE TABLE objednavka_2011
       (CHECK(EXTRACT(year FROM vlozeno) = 2011))
  INHERITS (objednavka);
```

Omezení

- ✗ *Partitions* **se nevytváří** automaticky[31] - musíme si je vytvořit manuálně.
- ✗ Umístění záznamů do odpovídajících *partitions* **se neprovádí** automaticky[32] - musíme si napsat distribuční trigger.
- ✗ Počet *partitions* **není omezen** – neměl by ovšem přesáhnout 100 *partitions* jedné tabulky[33].

Redistribuční trigger

Úkolem tohoto triggeru je přesun záznamu z rodičovské tabulky do odpovídající poděděné tabulky[34] (pro větší počet *partitions* – cca nad 20 je praktické použití *dynamického SQL*).

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION public.objednavka_bi()
RETURNS trigger AS $$
BEGIN
  CASE EXTRACT(year FROM NEW.vlozeno)
     WHEN 2011 THEN
        INSERT INTO objednavka_2011 VALUES(NEW.*);
     WHEN 2012 THEN
        INSERT INTO objednavka_2012 VALUES(NEW.*);
     ELSE
        RAISE EXCEPTION 'chybejici partition pro rok %',
              EXTRACT(year FROM NEW.vlozeno);
  END CASE;
  RETURN NULL;
END;
$$LANGUAGE plpgsql

CREATE TRIGGER objednavka_before_insert_trg
 BEFORE INSERT ON objednavka
FOR EACH ROW EXECUTE PROCEDURE public.objednavka_bi()
```

31 Lze je vytvářet uvnitř triggerů, ale to nedoporučuji – hrozí **race condition** nebo ztráta výkonu z důvodu čekání na zámek. Nejjednodušší a nejpraktičtější je vyrobit *partitions* na rok dopředu.

32 Základem je distribuční `BEFORE INSERT` trigger nad rodičovskou tabulkou. V případě, že dochází při `UPDATE` k přesunu mezi *partitions* je nutný `BEFORE UPDATE` trigger nad každou poděděnou tabulkou.

33 Při velkém počtu *partitions* je problém s paměťovými nároky optimazátoru.

34 Také aplikace může přesněji cílit a zapisovat do tabulek, které odpovídají *partitions* a nikoliv do rodičovské tabulky – tím se ušetří volání redistribučního triggeru a `INSERT` bude rychlejší.

Použití

Při plánování dotazu se provádí identifikace *partitions*, které lze bezpečně vyjmout z plánování neboť obsahují pouze řádky, které 100% nevyhovují podmínkám, a tyto *partitions* se při zpracování dotazu nepoužijí. U každého dotazu, kde předpokládáme aplikaci *partitioningu* **si ověřujeme** (příkaz `EXPLAIN`), že dotaz je napsán tak, že *planner* z něj dokáže detekovat nepotřebné *partitions*.

```
postgres=# EXPLAIN SELECT * FROM objednavka
                     WHERE EXTRACT(year from vlozeno) > 2012;
                QUERY PLAN
-------------------------------------------------------------
Result  (cost=0.00..77.05 rows=1087 width=20)
 ->  Append  (cost=0.00..77.05 rows=1087 width=20)
  ->  Seq Scan on objednavka
        Filter: (date_part('year', vlozeno) > 2012)
  ->  Seq Scan on objednavka_2013
        Filter: (date_part('year', vlozeno) > 2012)
(6 rows)
```

Kombinace bash a psql

`psql` lze použít i pro jednodušší skriptování (automatizaci) v kombinaci s Bashem. V jednodušších případech stačí použít parametr `-c "SQL příkaz"`. Ten ovšem nelze použít, když chceme použít dotaz parametrizovat pomocí `psql` proměnných.

Ukázka využívá psql proměnných, `heredoc` zápis a binární `ASCII` *unit* separator :

```
SQL=$(cat <<EOF
SELECT datname, pg_catalog.pg_get_userbyid(d.datdba)
   FROM pg_database d
  WHERE pg_catalog.pg_get_userbyid(d.datdba) = :'owner'
EOF
)
echo $SQL | psql postgres -q -t -A -v owner=$1 -F $'\x1f'| \
while IFS=$'\x1f' read -r a b;
do
  echo -e "datname='$a'\towner='$b'";
done
```

Oblíbeným trikem je vygenerování DDL příkazů v **psql**, které se pošlou jiné instanci **psql**, kde se provedou. Následující skript odstraní všechny databáze vybraného uživatele:

```
SQL=$(cat <<EOF
SELECT format('DROP DATABASE %I;', datname)
   FROM pg_database d
  WHERE pg_catalog.pg_get_userbyid(d.datdba) = :'owner'
EOF
)

echo $SQL | psql postgres -q -t -A -v owner=$1 | \
psql -e postgres
```

Jednodušší skripty můžeme napsat pomocí tzv online bloků[35] – kódu v plpgsq.

```
SQL=$(cat <<'EOF'
SELECT set_config('custom.owner', :'owner', false);
DO $$
DECLARE name text;
```

35 Předávání parametrů dovnitř online bloku je o něco málo komplikovanější..

```
BEGIN
  FOR name IN SELECT d.*
              FROM pg_database d
             WHERE pg_catalog.pg_get_userbyid(d.datdba)
                   = current_setting('custom.owner')
  LOOP
    RAISE NOTICE 'databaze=%', name;
  END LOOP;
END;
$$
EOF
)

echo $SQL | psql postgres -v owner=$1
```

Zajímavým trikem je generování obsahu ve formátu vhodném pro příkaz COPY, který se pomocí roury natlačí do další instance konzole. Následující příkaz uloží aktuální stav provozních statistik a uloží je do souhrnné tabulky v databázi *postgres*.

```
SQL_stat=$(cat <<'EOF'
SELECT current_database(), current_timestamp::timestamp(0),
 sum(n_tup_ins) tup_iserted,
 sum(n_tup_upd) tup_updated,
 sum(n_tup_del) tup_deleted,
 FROM pg_stat_user_tables
 GROUP BY substring(relname from 1 for 2);
EOF
)

for d in `psql -At -c "select datname from pg_database where
pg_get_userbyid(datdba) <> 'postgres'"`
do
 echo $SQL_stat | psql -At $d -F$'\t' | \
 psql postgres -c "COPY statistics FROM stdin"
done
```

Paralelní vykonání příkazu

Častou úlohou může být provedení určitého příkazu pro každou databázi. Takové příkazy lze obvykle dobře paralelizovat a to jednoduše na unixových systémech díky příkazu *xargs*:

```
psql -At -c "SELECT datname FROM pg_database
   WHERE NOT datistemplate AND datallowcomm" postgres |
xargs -n 1 -P 2[36] psql -c "vacuum full"
```

Row Level Security

Každá bezpečnostní politika přidává filtr, který se aplikuje pro vybrané uživatele (případně pro všechny uživatele). Uživatel vidí obsah[37], pokud filtr vrací hodnotu true (klauzule `USING`).n Klauzule `WITH CHECK`[38] se uplatní u příkazů `INSERT` a `UPDATE`. V případě, že výraz v této klauzuli není pravdivý, potom příkaz selže.

```
CREATE TABLE foo(s text, owner regrole);
GRANT ALL ON foo TO public;
ALTER TABLE foo ENABLE ROW LEBEL SECURITY;

CREATE POLICY owner_policy ON foo
  USING (owner = current_user::regrole);
```

Výše uvedená politika způsobí, že uživatel vidí a může editovat záznamy, které sám vložil.

36 Příkaz `VACUUM` bude pouštěn ve dvou paralelních procesech.
37 Předpokladem jsou odpovídající práva k tabulce.
38 Pokud tato klauzule chybí, použije se pro stejný účel klauzule `USING`.

Online fyzické zálohování

Kontinuální

Při kontinuálním zálohování archivujeme segmenty transakčního logu. Na základě obsahu transakčního logu jsme schopni zrekonstruovat stav databáze v libovolném okamžiku od vytvoření kompletní zálohy do okamžiku získání posledního validního segmentu transakčního logu.

Konfigurace

Pro vytvoření zálohy musíme povolit export segmentů transakčního logu a nastavit tzv `archive_command`[39]:

```
archive_mode = on
archive_command = 'cp %p /var/backup/xlogs/%f'
archive_timeout = 300
```

Vytvoření zálohy

Vynucení checkpointu a nastavení štítku (label) plné zálohy

```
SELECT pg_start_backup(current_timestamp::text);
```

Záloha datového adresáře – bez transakčních logů

```
cd /usr/local/pgsql
tar -cjf pgdata.tar.bz2 --exclude='pg_xlog' data/*
```

Ukončení plné zálohy (full backup)

```
SELECT pg_stop_backup();
```

Adresář `/var/backup/xlogs` se začne plnit transakčními logy[40].

Obnova ze zálohy

Rozbalení poslední plné zálohy

```
cd /usr/local/pgsql
tar xvfj  pgdata.tar.bz2
```

V datovém adresáři vytvořte soubor **recovery.conf**, ve kterém definujete tzv restore_commad (analogicky k archive_command):

```
restore_command = 'cp /var/backup/xlogs/%f %p'
```

Pokud je čitelný adresář s transakčními logy původního serveru, tak můžeme tento adresář zkopírovat do datového adresáře obnoveného serveru. Jinak vytvoříme prázdný adresář

```
mkdir pg_xlog
```

Nastartujeme server. Po úspěšném startu by měl být soubor recovery.conf přejmenován na **recovery.done** a v logu bychom měli najít záznam:

```
LOG:  archive recovery complete
LOG:  database system is ready to accept connections
```

PostgreSQL implicitně[41] provádí obnovu do okamžiku, ke kterému dohledá poslední validní segment transakčního logu. Záznam v logu referuje o postupu hledání segmentů:

```
LOG:  restored log file "000000010000000000000007" from archive
LOG:  restored log file "000000010000000000000008" from archive
LOG:  restored log file "000000010000000000000009" from archive
```

39 Vždy při naplnění segmentu transakčního logu nebo vypršení časového intervalu PostgreSQL volá archive command, jehož úkolem je zajistit zápis segmentu na bezpečné médium.
40 Transakční logy lze velice dobře komprimovat – např. asynchronně (viz *BARMAN*)
41 Nastavením `recovery_target_time` v *recovery.conf* lze určit okamžik, kdy se má s přehráváním transakčních logů skončit – například před okamžik, kdy došlo k odstranění důležitých dat.

```
cp: cannot stat `/var/backup/xlogs/00000001000000000000000A':
No such file or directory LOG:  could not open file
"pg_xlog/00000001000000000000000A": No such file or directory
```

Jednorázové

Jednorázovým zálohováním se míní vytvoření klonu běžící databáze. Základem této metody je časově omezená replikace záznamů transakčních logů. Výhodou je jednoduchost použití – rychlost zálohování a obnovy ze zálohy je limitována rychlostí IO.

Konfigurace

Tato metoda vyžaduje úpravu konfiguračního souboru a uživatele s oprávněním `REPLICATION` a přístupem k fiktivní databázi `replication` (přístup se povoluje v souboru *pg_hba.conf*).

```
wal_level = archive
max_wal_senders = 1

# v případě větších db zvýšit
wal_keep_segments = 100
```

úprava *pg_hba.conf*:

```
local   replication     backup                        md5
```

Vytvoření uživatele *backup*:

```
CREATE ROLE backup LOGIN REPLICATION;
ALTER ROLE backup PASSWORD 'heslo';
```

Tato změna konfigurace vyžaduje restart databáze.

Vlastní zálohování

Spustíme příkaz `pg_basebackup`, kde uvedeme adresář, kde chceme mít uložený klon.

```
[pavel@diana ~]$ /usr/local/pgsql91/bin/pg_basebackup -D \
 zaloha9 -U backup -v -P -x -c fast
Password:
xlog start point: 0/21000020
50386/50386 kB (100%), 1/1 tablespace

xlog end point: 0/21000094
pg_basebackup: base backup completed
```

Obnova ze zálohy

Obsah adresáře zálohy zkopírujeme do adresáře clusteru PostgreSQL a nastartujeme server. Pozor - vlastníkem souborů bude uživatel, pod kterým byl spuštěn `pg_basebackup`, což pravděpodobně nebude uživatel *postgres*, a proto je nutné nejprve hromadně změnit vlastníka souborů.

Fyzická replikace

Potřebujeme opět uživatele s právem `REPLICATION` a přístupem k db `replication`. Základem sekundárního (ro) serveru je klon primárního serveru (rw).

Úpravy konfigurace – master

```
wal_level = hot_standby
max_wal_senders = 1

# v případě větších db zvýšit
wal_keep_segments = 100
```

Úpravy konfigurace – slave[42]

Pozor, po naklonování se *slave* nikdy nesmí spustit jako samostatný server. Pokud možno, klonujte s konfigurací `wal_level = hot_standby` na *masteru*.

```
hot_standby = on
hot_standby_feedback = on# pro zajištění pomalých dotazů na sl.
```

Vytvořte soubor **recovery.conf**, který uložte do cluster adresáře serveru *slave*:

```
standby_mode='on'
primary_conninfo='host=localhost user=backup password=heslo'
```

Před startem repliky vymažte log a **pid** file. Po startu by měl log obsahovat záznam:

```
LOG:  entering standby mode
LOG:  consistent recovery state reached at 0/300014C
LOG:  record with zero length at 0/300014C
LOG:  database system is ready to accept read only connections
LOG:  streaming replication successfully connected to primary
```

Po startu je *slave* v **read only** režimu. Signálem jej lze přepnout do role *master*. Pozor – tato **změna je nevratná**. Nový *slave* se vytvoří kopií nového *masteru*.

```
su postgres
pg_ctl -D /usr/local/pgsql/data.repl/ promote
```

synchronizaci lze na každé replikovaném serveru dočasně blokovat – a během té doby můžeme provést fyzickou zálohu (zkopírování datového adresáře – *full backup*). K řízení replikace slouží následující funkce:

`pg_xlog_replay_pause()`	pozastaví replikaci
`pg_xlog_replay_resume()`	obnoví replikaci
`pg_is_xlog_replay_paused()`	vrátí true v případě pozastavené replikace

Využití systémového katalogu

V PostgreSQL jsou všechna data potřebná pro provoz databáze uložena v systémových tabulkách. Orientace v systémových tabulkách a pohledech není jednoduchá, lze ovšem využít jeden trik – většina dotazů do těchto objektů je pokryta příkazy v **psql**. A pokud se psql pustí s parametrem `-E`, tak dojde k zobrazení všech SQL příkazů, které se posílají do DB – a tedy i dotazů do systémového katalogu.

```
bash-4.2$ psql -E postgres
psql (9.3devel)
Type "help" for help.

postgres=# \l
********* QUERY **********
SELECT d.datname as "Name",
       pg_catalog.pg_get_userbyid(d.datdba) as "Owner",
    pg_catalog.pg_encoding_to_char(d.encoding) as "Encoding",
       d.datcollate as "Collate",
       d.datctype as "Ctype",
    pg_catalog.array_to_string(d.datacl, E'\n') AS "privileges"
FROM pg_catalog.pg_database d
ORDER BY 1;
**************************
```

Běžně se v systémovém katalogu dohledává seznam tabulek, databází, uživatelů. Systémový katalog můžeme využít k zobrazení tabulek obsahující určité sloupce nebo uložených procedur, které obsahují hledaný řetězec.

Zobrazí tabulky obsahující hledaný sloupec:

```
SELECT attrelid::regclass
   FROM pg_catalog.pg_attribute a
  WHERE a.attname = 'jmeno' AND NOT a.attisdropped;
```

Místo systémového katalogu lze použít standardizované information_schema:

```
SELECT table_name
   FROM information_schema.columns
  WHERE column_name ='jmeno';
```

Zobrazí funkce, které ve zdrojovém kódu obsahují hledaný řetězec:

```
SELECT oid::regprocedure
   FROM pg_proc
  WHERE prosrc ILIKE '%hello%';
```

Vyhledávání v textu

Fulltext

Fulltext umožňuje case insensitive vyhledávání slov (případně prefixů slov) v textu. S drobnými úpravami lze vyhledávat *lexémy* a nebo lze při vyhledávání ignorovat diakritiku. Každé slovo se při fulltextovém zpracování definovaným způsobem transformuje. Seznam těchto transformací (každá třída slov může mít jinou transformaci) pro určitý jazyk nazýváme konfigurací. Nejjednodušší konfigurací je konfigurace `simple`. Pro urychlení fulltextového vyhledávání potřebujeme *fulltextový* index (*GiST*, *GIN funkcionální* index)

```
CREATE INDEX ON obce
                  USING gist ((to_tsvector('simple',nazev)));
```

S tímto indexem lze efektivně fulltextově vyhledávat:

```
SELECT *
   FROM obce
  WHERE to_tsvector('simple',nazev) @@[43]
        to_tsquery('simple','skal:*[44] & !česká');
```

Vlastní konfigurace se vytvářejí kopií a následnou úpravou některé stávající. Následující konfigurace zahrnuje použití funkce *unaccent*[45].

```
CREATE TEXT SEARCH CONFIGURATION simple_unaccent
                                      ( COPY = simple );
ALTER TEXT SEARCH CONFIGURATION simple_unaccent
  ALTER MAPPING FOR hword, hword_part, word
  WITH unaccent[46], simple;

CREATE INDEX ON obce USING gist
                 ((to_tsvector('simple_unaccent', nazev)));

SELECT *
   FROM obce
  WHERE to_tsvector('simple_unaccent',nazev) @@
        to_tsquery('simple_unaccent','svaty');
```

LIKE

Predikát s LIKE, kdy je žolík `'%'` za písmeny, lze urychlit vytvořením indexu s volbou `varchar_pattern_ops`.

```
CREATE INDEX ON obce(nazev varchar_pattern_ops);
```

Dotaz jako je ten následující[47] dokáže využít index.

```
SELECT *
   FROM obce
  WHERE nazev LIKE 'S%'
```

K optimalizaci dotazů s predikátem `LIKE` (i `ILIKE`) lze použít extenzi *pg_trgm*, která obsaguje podporu pro *trigramový* index (index nad množinou tří písmenných kombinací z řetězce). Index je nutné vytvořit s volbou `gist_trgm_ops` nebo `gin_trgm_ops`

```
CREATE INDEX ON obce
  USING GiST (nazev  gist_trgm_ops)
```

Tento typ indexu dokáže podporovat i dotazy, kde se hledá libovolný umístěný podřetězec:

```
SELECT *
   FROM obce
  WHERE nazev ILIKE '%Ska%'
```

Regulární výrazy

Pro vyhledávání lze použít i regulární výrazy – operátor '~' nebo '~*'[48].

```
SELECT nazev
   FROM obce
  WHERE nazev ~ '^Sk[aáo]';
```

Také vyhledávání prostřednictvím regulárních výrazů může být urychleno trigramovým indexem[49].

pg_rman

pg_rman[50] je jednoduchá aplikace příkazového řádku pro zejména lokální zálohování a management záloh využívající mechanismus exportu transakčního logu. Požadavkem je přímý přístup k datovému adresáři, přístup k adresáři, kde budou uloženy zálohy a přístup k adresáři, kde se exportují segmenty transakčního logu.

Konfigurace

Postgres musí mít aktivní export segmentů transakčního logu – viz konfigurace: `archive_command`, `archive_mode`. K cílovému adresáři musí mít pg_rman přístup[51]. Dále musí mít přístup k datovému adresáři postgresu a k adresáři, kde budou umístěny zálohy. Tyto adresáře jsou identifikovány pomocí přepínačů nebo systémovými proměnnými `PGDATA` a `BACKUP_PATH`[52].

Adresář pro uložení záloh musí být prázdný – inicializuje se příkazem

```
pg_rman init
```

Tento příkaz vytvoří v zadaném adresáři konfigurační soubor *pg_rman.ini*, kde lze ještě nastavit:

`BACKUP_MODE = F`	výchozí režim zálohování
`COMPRESS_DATA = YES`	aktivovat komprimaci
`KEEP_ARCLOG_FILES = 10`	retence počtu exportovaných segmentů WAL
`KEEP_ARCLOG_DAYS = 2`	retence stáří exportovanych segmentů WAL[53]
`KEEP_DATA_GENERATIONS = 4`	retence počtu úplných záloh
`KEEP_DATA_DAYS = 30`	retence stáří záloh

42 Upravuje se *postgresql.conf* na počítači použitém jako *slave*. Dále se zde musí vytvořit konfigurační soubor *recovery.conf*.

43 Fulltextový operátor
44 Hledání prefixu „skal“.
45 Vyžaduje extenzi *unaccent*.
46 Každé slovo se transformuje slovníkem – slovník *unaccent* odstraňuje diakritiku, slovník *simple* nedělá nic -pro každou třídu slov můžeme mít definovanou posloupnost slovníků.
47 Varchar_pattern_ops indexem je podporován pouze LIKE, který je case sensitive (nikoliv case insensitive ILIKE).

48 Case insensitive varianta
49 V PostgreSQL 9.3 – za předpokladu, že je určen kompletní trigram (tři znaky)
50 pg_rman zvládá plnou zálohu, inkrementální zálohu (redukovaná plná záloha), zálohu transakčních logů, zálohu logu Postgresu, retenci záloh a retenci exportovaných transakčních logů.
51 konfigurační proměnná `ARCLOG_PATH`.
52 Doporučuje se je nastavit v profilu
53 Pro odstranění souborů je nutné splnit vždy obě podmínky.

Základní příkazy

Zobrazí seznam a podrobnosti provedených záloh[54].

```
pg_rman show [ ( detail | čas zálohy ) ]
```

Vytvoří zálohu

```
pg_rman backup –backup_mode=incr
```

Validace zálohy – pouze z validovaných záloh lze obnovovovat, a pouze vůči validovaným zálohám lze vytvořit inkrementální zálohu

```
pg_rman validate
```

Zrušení všech zbytných záloh starších než zadané datum

```
pg_rman delete datum
```

Z katalogu provedených záloh odstraní záznamy o zrušených zálohách

```
pg_rman purge
```

Obnova ze zálohy

```
pg_rman restore [ ( --recovery-target-time |
                    --recovery-target-xid |
                    --recovery-target-timeline ) bod obnovy ]
```

Barman

Barman[55] je aplikační nadstavba nad vestavěným replikačním a zálohovacím systémem v PostgreSQL umožňující hromadnou administraci zálohování, evidenci a management záloh (komprimaci), řízení retenční politiky a samozřejmě obnovu ze zálohy do určeného adresáře.

Konfigurace

Je požadována obousměrná ssh spojení mezi zálohovaným a zálohovacím serverem. Na obouch serverech musí být nainstalovaná stejná verze Postgresu[56], Python a psycopg2 a rsync.

```
# zálohovaný systém @10.0.0.4
su – postgres
ssh-keygen -t rsa -N "" -f ~/.ssh/id_rsa
ssh-copy-id -i ~/.ssh/id_rsa.pub barman@10.0.0.8
# ssh barman@10.0.0.8

# zálohovací systém @10.0.0.8
su – barman
ssh-keygen -t rsa -N "" -f ~/.ssh/id_rsa
ssh-copy-id -i ~/.ssh/id_rsa.pub postgres@10.0.0.8
# ssh postgres@10.0.0.4
```

Dále musí být umožněn přístup k zálohované databázi uživateli postgres z zálohovacího serveru (úprava *pg_hba.conf*). Následující příkaz musí fungovat

```
[barman]$ psql -c 'SELECT version()' -U postgres -h 10.0.0.4
```

S právy roota se na zálohovacím serveru vytvoří adresář pro uložení záloh:

```
barman$ sudo mkdir /var/lib/barman
barman$ sudo chown barman:barman /var/lib/barman
```

Vlastní konfigurace je v */etc/barman/barman.conf* – nutné přidat popis zálohovaného serveru[57]:

```
[dbserver01]
description =  "PostgreSQL Database Server 01"
ssh_command = ssh postgres@10.0.0.4
conninfo = host=10.0.0.4 user=postgres
minimum_redundancy = 1
```

Dále je nutné nakonfigurovat zálohovaný PostgreSQL[58]:

```
wal_level = 'archive' # For PostgreSQL >= 9.0
archive_mode = on
archive_command = 'rsync
 -a %p barman@backup:dbserver01/incoming[59]/%f'
```

Základní příkazy

Verifikace konfigurace

```
barman check dbserver01
```

Vytvoření kompletní zálohy serveru (všech serverů)

```
barman backup [--immediate-checkpoint] ( all | dbserver01 )
```

Výpis seznamu záloh

```
barman list-backup (all | dbserver0 )
```

Lokální[60] obnova ze zálohy

```
barman recover dbserver01 20140419T235524[61] ~/xxx
```

Informace k záloze

```
barman show-backup dbserver01 latest
```

Explicitní odstranění zálohy

```
barman delete dbserver01 oldest
```

Repmgr

repmgr[62] je aplikační nadstavba nad vestavěnou replikací v PostgreSQL zjednodušující management a monitoring clusteru master/multi slave implementující failover. Doporučuje se symetrická architektura – každý uzel může dlouhodobě převzít roli mastera[63].

Konfigurace

Repmgr vyžaduje obousměrné ssh spojení bez nutnosti zadávání hesla pro uživatele postgres na všech serverech zapojených do clusteru (nastavení viz konfigurace Barmanu). Dále repmgr musí být nainstalován na všech uzlech

Server sloužící ve výchozí pozici jako master musí být nakonfigurován jako master hot-standby stream replikace (*v postgresql.conf*):

```
listen_addresses='*'
```

```
wal_level = 'hot_standby'
archive_mode = on
archive_command = 'cd .' # just does nothing
max_wal_senders = 10
wal_keep_segments = 5000     # 80 GB required on pg_xlog
hot_standby = on
```

Vytvoříme uživatele repmgr správem REPLICATION a SUPERUSER a povolíme mu přístup z IP používaných pro provoz slave serverů. Čistě z praktických důvodů (není nezbytně nutné) vytvoříme aplikačního uživatele repmgr na všech uzlech (*useradd*). Databázový uživatel repmgr musí mít přístup k explicitně vytvořené databázi repmgr na masteru i lokálně ze všech uzlů.

```
psql
  -c "CREATE ROLE repmgr LOGIN SUPERUSER REPLICATION" postgres
```

v pg_hba.conf

```
host    repmgr          repmgr   10.0.0.8/32            trust
host    repmgr          repmgr   10.0.0.4/32            trust
host    replication     repmgr   10.0.0.8/32            trust
```

Ze slave bych se měl dokázat připojit k masteru jako uživatel repmgr

```
psql -U repmgr -h 10.0.0.4 repmgr
```

Následující příkaz vytvoří klon (parametr -R obsahuje uživatele pro rsync, -U uživatele databáze):

```
repmgr -D /usr/local/pgsql/data -d repmgr -p 5432 -U repmgr
               -R postgres --verbose standby clone 10.0.0.4
```

V každém uzlu se vytvoří konfigurační soubor */usr/local/pgsql/rempgr/repmgr.conf*:

```
cluster=test
node=1
node_name=dell
conninfo='host=10.0.0.4 user=repmgr dbname=repmgr'
pg_bindir=/usr/local/pgsql/bin
master_response_timeout=60
reconnect_attempts=6
reconnect_interval=10
failover=automatic
priority=-1
promote_command='repmgr standby promote
                   -f '/usr/local/pgsql/repmgr/repmgr.conf'
follow_command='repmgr standby follow
                  -f '/usr/local/pgsql/repmgr/repmgr.conf -W'
```

registrace konfigurace na masteru a start repmgrd:

```
repmgr -f /usr/local/pgsql/repmgr/repmgr.conf
                                        --verbose master register
repmgrd -f /usr/local/pgsql/repmgr/repmgr.conf --verbose
--monitoring-history > /usr/local/pgsql/repmgr/repmgr.log 2>&1
```

a totéž na slave

```
cluster=test
node=2
node_name=lenovo
conninfo='host=10.0.0.8 user=repmgr dbname=repmgr'
pg_bindir=/usr/local/pgsql/bin
master_response_timeout=60
reconnect_attempts=6
reconnect_interval=10
failover=automatic
priority=-1
promote_command='repmgr standby promote
                   -f '/usr/local/pgsql/repmgr/repmgr.conf'
follow_command='repmgr standby follow
                  -f '/usr/local/pgsql/repmgr/repmgr.conf -W'
```

Dále je nutná nastartovat repmgr démona, který zároveň zaregistruje slave

54 čas vytvoření zálohy je zároveň jejím identikátorem
55 Barman je OS aplikace napsaná v Pythonu ke stažení z http://www.pgbarman.org
56 Barman sám Postgres nepoužívá, ale Posgres je nutný pro start lokálně obnovené databáze.
57 poté by již měl být funkční příkaz `barman check dbserver01`
58 *postgresql.conf*
59 musí souhlasit s položkou `incoming_wals_directory` zobrazené příkazem `barman show-server dbserver01`
60 s volbou `--remote-ssh-command COMMAND` lze obnovu provést na vzdáleném serveru. Přepínačem `--target-time TARGET_TIME` lze nastavit bod obnovy.
61 Zálohu lze také specifikovat klíčovými slovy „oldest“ nebo „latest“
62 Pokud ji nenaleznete ve své distribuci, pak se překládá a instaluje jako *contrib* modul Postgresu. Dále *pg_ctl* a *pg_config* musí být v *PATH*.
63 I z toho důvodu se nedoporučuje používat v názvu instance slova master nebo slave.

```
repmgrd -f /usr/local/pgsql/repmgr/repmgr.conf --verbose
--monitoring-history > /usr/local/pgsql/repmgr/repmgr.log 2>&1
```

Podpora failover vyžaduje nainstalovanou extenzi *repmgr_func*.

```
psql -U repmgr repmgr <
/usr/local/pgsql/share/contrib/repmgr_funcs.sql
```

a preload této extenze (v *postgresql.conf*)

```
shared_preload_libraries = 'repmgr_funcs'
```

Použití

Při správné konfiguraci by následující příkazy měly vypsat status uzlů v clusteru:

```
psql -x -d repmgr -c "SELECT * FROM repmgr_test.repl_status"
repmgr -f /usr/local/pgsql/repmgr/repmgr.conf cluster show
```

Spuštěním příkazu repmgr na příslušném uzlu můžeme dosáhnout:

povýšení slave na master

```
repmgr -f /usr/local/pgsql/repmgr/repmgr.conf standby promote
```

přesměrování slave na nového mastera[64]

```
repmgr -f /usr/local/pgsql/repmgr/repmgr.conf standby follow
```

vynucené klonování – změna mastera na slave

```
repmgr -D /usr/local/pgsql/data -d repmgr -p 5432 -U repmgr
          -R postgres --force --verbose standby clone 10.0.0.4
```

PgBouncer

PgBouncer vytváří cache (*pool*) spojení do PostgreSQL. Jedno nebo více spojení do konkrétní databáze pod konkrétním uživatelem se v PgBounceru označuje jako pool[65]. Specifikem PgBounceru je fiktivní databáze pgbouncer umožňující základní administraci a monitoring.

Konfigurace

Vytvořte si systémový účet *pgbouncer*. Tento účet bude mít jako jediný přístup k hashům hesel databázových účtů a poběží pod ním aplikace *pgbouncer*.

V tomto adresáři je také skript *mkauth.py*[66], který zkopíruje md5 hashe hesel účtů v postgresu do zadaného souboru. Pro tyto účty je nutné nastavit (v *pg_hba.conf*) md5 ověřování.

```
su - postgres -c '/etc/pgbouncer/mkauth.py
       /var/tmp/userlist.txt "host=localhost dbname=postgres"'

mv /var/tmp/userlist.txt /etc/pgbouncer/userlist.txt
chown pgbouncer:pgbouncer /etc/pgbouncer/userlist.txt

mkdir /var/log/pgbouncer
chown pgbouncer:pgbouncer /var/log/pgbouncer
mkdir /var/run/pgbouncer
chown pgbouncer:pgbouncer /var/run/pgbouncer
```

Do */etc/pgbouncer/pgbouncer.ini* zkopírovat minimální konfiguraci (s dynamickými pooly):

```
[databases]
* = host=10.0.0.4 port=5434

[pgbouncer]
logfile = /var/log/pgbouncer/pgbouncer.log
pidfile = /var/run/pgbouncer/pgbouncer.pid

listen_addr = 127.0.0.1
listen_port = 6432

auth_type = md5
auth_file = /etc/pgbouncer/userlist.txt

admin_users = postgres
stats_users = pavel, postgres

pool_mode = session
server_reset_query = DISCARD ALL

max_client_conn = 100
default_pool_size = 20

server_lifetime = 1200
server_idle_timeout = 60
server_connect_timeout = 15
server_login_retry = 15
client_idle_timeout = 3600
autodb_idle_timeout = 3600

tcp_keepalive = 1
```

Pod uživatelem pgbouncer spustíme aplikaci pgbouncer:

```
su – pgbouncer
pgbouncer /etc/pgbouncer/pgbouncer.ini
```

Nyní se můžeme přihlásit k libovolné databázi na portu 6432 nebo k databázi *pgbouncer* na témže portu.

```
psql -U postgres -p 6432 postgres
```

Monitoring

Databáze pgbounce umožňuje přístup ke statistikám a základní administraci. Pozor k této databázi přistupujeme pomocí *psql*, ale nepoužíváme SQL (příkaz `SHOW HELP, SHOW STATS`) :

```
psql -U postgres -p 6432 pgbouncer -c "SHOW STATS"
```

Nerelační datové typy

S použitím typů HStore, JSON, JSONB a XML můžeme emulovat nerelační databáze. V JSONB jsou data uložena binárně, ostatní typy se ukládá jako text[67]. XML a JSON se používají primárně pro uložení a výstup dat ve formátu, který je průmyslovým standardem. HStore a JSONB pak umožňují manipulaci a vyhledávání v datech v těchto formátech uložených v databázi.

HStore

Typ *HStore* je emulace hash array. Lze jej použít coby efektivnější náhradu *EAV*[68] a je podporován GiST a GIN indexy. Ukládané hodnoty mohou být pouze texty nebo čísla, které se ukládají vždy v textovém formátu.

```
CREATE EXTENSION hstore;
CREATE TABLE lide(rc numeric PRIMARY KEY, ostatni hstore);
```

```
INSERT INTO lide VALUES(7307150888,'jmeno=>Pavel,
prijmeni=>stěhule');
CREATE INDEX ON lide USING gist (ostatni);
```

Vrátí jména všech osob, jejichž příjmení je „stěhule“

```
SELECT ostatni->'jmeno'
   FROM lide
  WHERE ostatni @> 'prijmeni => stěhule';
```

Přidá atribut zaměstnání

```
UPDATE lide
   SET ostatni = ostatni || 'zamestnani=>programator'
  WHERE rc = 7307150888;
```

Vrátí všechny záznamy, které obsahují atribut zaměstnání – výsledkem je JSON

```
SELECT hstore_to_json(ostatni)
 FROM lide
 WHERE ostatni ? 'zamestnani';
```

Vytvoření funkcionálního indexu nad atributem zaměstnání a jeho použití:

```
CREATE INDEX ON lide ((ostatni->'zamestnani'));
SELECT *
   FROM lide
  WHERE ostatni->'zamestnani' = 'programator';
```

Operátory a funkce

`hstore -> text`	získání hodnoty
`hstore -> text[]`	získání pole hodnot
`hstore || hstore`	spojení dvou hodnot typu hstore
`hstore ? text`	test, zda-li obsahuje klíč
`hstore ?& text[]`	test, zda-li obsahuje všechny klíče
`hstore ?| text[]`	test, zda-li obsahuje některý klíč
`hstore @> hstore`	test, zda-li levý op. obsahuje pravý operand
`hstore #= hstore`	změna vybraných klíčů
`hstore – text`	odstraní klíč
`hstore – hstore`	rozdíl dvou hodnot typu hstore
`hstore(record)`	konstruktor z kompozitního typu
`hstore(text, text)`	konstruktor klíč, hodnota
`hstore_to_matrix(h)`	převede na 2D pole
`hstore_to_json(h)`	převede na JSON
`slice(h, text[])`	vrátí vyjmenované klíče
`each(h)`	převede na tabulku klíč/hodnota
`populate_record(t, h)`	převede na záznam typu t

JSON

Data jsou uložena v textovém formátu – při vyhledávání uvnitř dokumentu je nutné vždy dokument parsovat[69]. Pro indexaci položek je možné použít funkcionální index.

```
SELECT row_to_json(row(1,'foo'));
```

Operátory a funkce

`json -> text`	získání atributu
`json -> int`	získání prvku pole
`json ->> text`	získání atributu jako textu
`json ->> int`	získání prvku pole jako textu
`json #> text[]`	získání atributu určeného cestou
`json #>> text[]`	získání atributu určeného cestou jako textu

64 Pro správnou funkci je nutná alespoň 9.3 a v *recovery.conf* `recovery_target_timeline='latest'`

65 Počet otevřených spojení v poolu lze omezit. V případě nedostatku volných spojení PgBouncer umí požadavek o spojení podržet předdefinovanou dobu.

66 aplikace vyžaduje *psycopg2*

67 Ve většině případů bez negativního vlivu na výkon.

68 Entity Attribute Value model

69 Lze vyřešit funkcionálním indexem.

`array_to_json(a)`	převede pole na JSON
`row_to_json(r)`	převede kompozitní typ na JSON
`hstore_to_json(h)`	převede HStore (vše text) na JSON
`hstore_to_json_loose(h)`	převede HStore na JSON s ohledem na typy
`to_json(anyelement)`	převede hodnotu na validní JSON hodnotu
`json_each(json)`	rozvine JSON na tabulku klíč/hodnota
`json_each_text(json)`	rozvine JSON na tabulku klíč/hodnota jako text
`json_populate_recordset()`	převede JSON na řádek určeného typu
`json_array_elements(json)`	rozvine pole JSON na tabulku
`json_build_object()`	vytvoří ntici dvojic (klíč, hodnota)
`json_build_array()`	vytvoří posloupnost hodnot
`json_strip_null(json)`	redukuje NULL hodnoty
`json_pretty(json)`	formátuje JSON

```
CREATE TYPE x AS (a int, b int);
SELECT *
   FROM json_populate_recordset(null::x,
                        '[{"a":1,"b":2},{"a":3,"b":4}]' );
SELECT json_build_object('foo',1,'boo',2);
SELECT json_build_array(1,2,3,'Hi',4);
```

jsonb[70]

jsonb vychází z typu HStore – data jsou uložená binárně (při hledání v dokumentu nedochází k parsování) a podporuje rekurzi – *jsonb* může obsahovat další vložené JSONB dokumenty. Na vstupu a výstupu se používá formát JSON.

```
SELECT '[1, 2, "foo", null]'::jsonb;
SELECT '{"bar": "baz", "balance": 7.77,
                                 "active":false}'::jsonb;
```

Kromě podpory B-Tree funkcionálního indexu existuje podpora jsonb GIN indexu. ***Pozor: zanořené tagy nejsou indexovány!***

```
CREATE INDEX idxgin ON api USING GIN (jdoc);
CREATE INDEX idxginh ON api USING GIN (jdoc jsonb_hash_ops[71]);
SELECT jdoc->'guid', jdoc->'name'
   FROM api
  WHERE jdoc @> '{"company": "Magnafone"}';
```

Existující operátory a funkce pro typ jsonb je mix operátorů a funkcí typů HStore a JSON. Navíc jsou funkce (analogické funkcím pro JSON): *jsonb_each*, *jsonb_each_text*, *jsonb_populate_record*, *jsonb_populate_recordset*, *jsonb_array_elements*, *jsonb_array_elements_text* atd.

XML

Opět data jsou uložena v textovém formátu – dokumenty nad 2KB jsou efektivně komprimovány díky *TOAST*. Největší výhodou tohoto typu jsou uživatelsky přívětivé a silné funkce pro generování XML dokumentů dotazem respektující *ANSI SQL/XML: XMLCOMMENT, XMLCONCAT, XMLELEMENT, XMLFOREST, XMLPI, XMLROOT, XMLAGG*.

```
SELECT
XMLROOT (
  XMLELEMENT( NAME gazonk,
              XMLATTRIBUTES ( 'val' AS name, 1 + 1 AS num ),
              XMLELEMENT ( NAME qux, 'foo') ),
  VERSION '1.0',
  STANDALONE YES );
```

Velice praktická funkce je *XMLFOREST*:

```
SELECT XMLFOREST( first_name AS "FName", last_name AS "LName",
                  title AS "Title", region AS "Region")
 FROM employees;
```

Dotazy ve kterých se používá SQL/XML funkcionalita nemusí být dobře čitelné, lze si pomoci funkcemi:

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION cast_to_xml(date)
RETURNS xml AS $$
  SELECT xmlelement(NAME "date", to_char($1, 'YYYY-MM-DD'));
$$ LANGUAGE sql;
```

Celou tabulku nebo dotaz lze vyexportovat do jednoduchého XML dokumentu funkcemi:

```
table_to_xml(tbl regclass, nulls boolean,
             tableforest boolean, targetns text)
query_to_xml(query text, nulls boolean,
             tableforest boolean, targetns text)
```

Pro vyhledávání lze použít funkci xpath:

```
SELECT xpath('/my:a/text()',
         '<my:a  xmlns:my="http://example.com">test</my:a>',
         ARRAY[ARRAY['my', 'http://example.com']]);

SELECT (xpath('/gazonk/qux/text()', xmlcol))[0][72];
```

Poznámky

Autor: *Pavel Stěhule*
Kontakt: pavel.stehule@gmail.com, 724 191 000
Profil: cz.linkedin.com/in/stehule/ stackexchange.com/users/176171/pavel-stehule
http://www.root.cz/autori/pavel-stehule/

70 K dispozici jako vestavěný typ od 9.4
71 GIN HASH podporuje pouze operátor @>. Hash index by měl být menší.
72 funkce xpath vrací pole

Inhouse školení PostgreSQL

Vyberte si z naší nabídky jednodenní školení pro začátečníky i pokročilé. Z těchto jednodenních školení je možné (na základě poptávky) kombinovat vícedenní školení. Tato školení vede a organizuje Pavel Stěhule, který se také podílí na vývoji PostgreSQL a je dlouholetým uživatelem a propagátorem této databáze. Již pro tři Vaše zaměstnance jsou tato školení levnější (bez ohledu na úsporu času) než školení organizovaná počítačovými školami. Pokud byste měli zájem o in-house školení nebo se chcete informovat o nejbližším termínu, obraťte se, prosím, přímo na Pavla Stěhuleho (kontakt).

Cena za jeden den in-house školení je 12 tis. Kč (včetně DPH) pro 4 osob plus příplatek 1000 Kč za každého další účastníka (20 tis za max 12 osob). (veřejná školení se vypisují na základě poptávky více než. 8 účastníků, cena je 4000 Kč za osobu). Pro bližší informace ohledně nejbližších termínů kontaktujte Pavla Stěhuleho pavel.stehule@gmail.com, mob: 724 191 000. V případě školení mimo Prahu jsou účtovány cestovní výdaje. V ceně jsou vytištěné školící materiály.

Všeobecné základy

Školení je určeno začátečníkům a středně pokročilým uživatelům, kteří se během osmi hodinového kurzu dozvědí vše potřebné k efektivnímu používání tohoto databázového systému. K dispozici jsou školící materiály. Školení předpokládá obecné znalosti SQL a IT problematiky u posluchačů (např. není vysvětlován pojem databáze, relace, SQL DML DDL příkazy atd). Účastníci školení by měli získat přehled o možnostech PostgreSQL a měli by být následně schopni efektivně používat PostgreSQL.

- Podpora PostgreSQL na internetu
- Instalace ve zkratce
- Porovnání o.s. SQL RDBMS Firebird, PostgreSQL, MySQL a SQLite
- Minimální požadavky na databázi, ACID kritéria
- Charakteristické prvky PostgreSQL MGA, TOAST
- Datové typy bez limitů - TOAST
- Spolehlivost a výkon - WAL
- Nutné zlo, příkaz VACUUM
- Rozšiřitelnost
- Základní příkazy pro správu PostgreSQL
- Export, import dat
- Efektivní SQL, indexy, optimalizace dotazů
- Funkce generate_series

Programování v PL/pgSQL

Tento kurz je určen především vývojářům, kteří chtějí zvládnout efektivní vývoj nad PostgreSQL, který není bez uložených procedur myslitelný. PostgreSQL podporuje jak SQL procedury tak tzv. externí procedury. K dispozici je několik jazyků od SQL až po PL/Perl. Každý jazyk nabízí jiné možnosti a po absolvování kurzu by se vývojář měl dokázat rozhodnout pro jeden konkrétní jazyk, který pro dané zadání nabízí největší možnosti. Školení je osmi hodinové - důraz je kladen na procvičení vyložené látky. K dispozici jsou podklady pro toto školení.

- Uložené procedury, kdy a proč
- Inline procedury v SQL
- Úvod do PL/pgSQL
- Syntaxe příkazu CREATE FUNCTION
- Blokový diagram PL/pgSQL
- Příkazy PL/pgSQL
- Dynamické SQL
- Použití dočasných tabulek v PL/pgSQL
- Triggery v PL/pgSQL
- Tipy pro vývoj PL/pgSQL
- Příloha, Transakce

Administrace

Z názvu je patrné, že toto školení je určené jak začínajícím tak i pokročilým administrátorům, které připravuje na každodenní správu PostgreSQL databází. Po absolvování kurzu by mělo být absolventům jasné, proč se provádí určité činnosti (pravidelné nebo nahodilé), a na co, při správě PostgreSQL, klást důraz. Školení je šesti hodinové. K dispozici jsou podklady pro toto školení.

- Omezení přístupu k databázi
- Údržba databáze
- Správa uživatelů
- Export, import dat
- Zálohování, obnova databáze
- Konfigurace databáze
- Monitorování databáze
- Instalace doplňků
- Postup při přechodu na novou verzi

High performance

Tento kurz je určen pokročilejším uživatelům a vývojářům, kteří používají PostgreSQL. Zabývá se obecněji otázkou výkonu datově orientovaných aplikací postavených nad relační databází. K dispozici jsou podklady pro toto školení.

- Základní faktory ovlivňující výkon databáze
- Aplikační vrstvy
- CPU, RAM, IO, NET
- Konfigurace PostgreSQL
- Identifikace hrdel
- Použití cache a materializovaných pohledů
- Použití indexů a psaní index friendly aplikací
- Cost based optimizer, projevy chyb v odhadech a jejich řešení
- Monitoring
- Doporučení

Zálohování a replikace

Toto **připravované** školení je určeno pokročilejším uživatelům PostgreSQL. V rámci školení se účastníci seznámí s možnostmi zálohování a také si prakticky vyzkouší konfiguraci vestavěné replikace.

- Úvod - zálohování, replikace
- Konfigurace exportu transakčního logu
- pg_basebackup
- Barman a repmgr
- Konfigurace vestavěné replikace
- Kombinace replikace a exportu transakčního logu

Základy SQL

Toto školení je určeno především začátečníkům (z ne IT oborů), kteří chtějí využít SQL pro tvorbu vlastních reportů. Během kurzu jsou vysvětleny základní pojmy z teorie a praxe relačních databází. Dvě třetiny času osmihodinového školení je věnováno procvičování dotazů (od nejjednodušším ke středně složitým), tak aby po absolvent školení dokázal samostatně (pro svou praxi) získávat zajímavá data z SQL databází. K dispozici jsou školící materiály.

- Příkaz SELECT - spojování tabulek, filtrování, projekce, řazení
- Ostatní databázové objekty - sekvence, pohledy, indexy
- Zajištění referenční a doménové integrity - primární a cizí klíče, domény, triggery

Moderní SQL v PostgreSQL

Toto školení je určeno IT profesionálům a pokročilým uživatelům. V posledních několika letech vývojáři PostgreSQL implementovali většinu rozšíření SQL, které vychází z ANSI SQL 2001. Některé dotazy, které dříve bylo nutné řešit aplikačně nebo pomocí uložených procedur, lze nyní napsat jednoduše a čitelně v SQL – což přináší úsporu času, redukuje kód a zvyšuje jeho čitelnost. **Školení lze objednat v zimě 2015**.

- Analytické (window) funkce
- Common Table Expression – rekurzivní dotazy a dočasné pohledy
- Agregační funkce nad seřazenými daty
- GROUPING SETS
- LATERAL join
- INSERT ON CONFLICT DO

Autor: *Pavel Stěhule*
Kontakt: pavel.stehule@gmail.com, 724 191 000
Profil: cz.linkedin.com/in/stehule/ stackexchange.com/users/176171/pavel-stehule
http://www.root.cz/autori/pavel-stehule/
Inhouse školení PostgreSQL – instalace, konfigurace, používání a administrace
Inhouse školení PL/pgSQL – vývoj uložených procedur
Inhouse i veřejné školení SQL
Konzultace, konfigurace PostgreSQL, audit produkčních PostgreSQL serverů
Komerční podpora PostgreSQL