OMO

10 - Microservices patterny

- Materialized view
- Event sourcing
- CQRS
- Eventual consistency
- Saga
- DDD - Domain Driven Design

Ing. David Kadleček, PhD
kadlecd@fel.cvut.cz, david.kadlecek@cz.ibm.com

Materializovaný pohled (Materialized view)

Pro pochopení termínu Materializovaný pohled je třeba pochopit co je tzv. místo pravdy dat (**single source of truth**) - jediné místo v systému (nebo organizace), kde jsou 100% aktuální data

Motivace

- Data čteme výrazně častěji než zapisujeme
- Čtení dat je pomalejší než např. odezvy, které potřebujeme na uživatelském rozhraní.
- Dotaz který čte data je náročný na výkon

Řešení

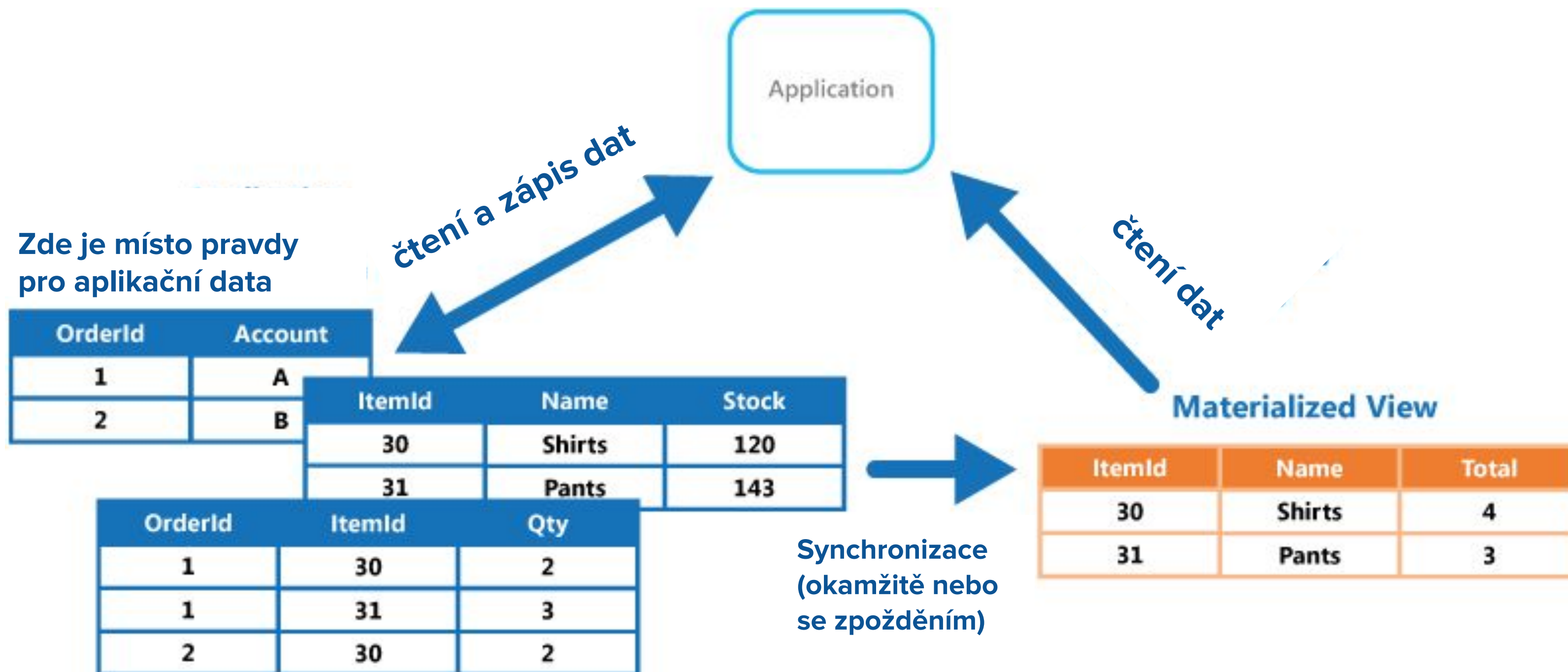
=> Z místa pravdy dat si dopředu vytvoříme pohled na data, který obsahuje pouze data které potřebujeme.

=> Data jsou předzpracována do modelu, ve kterém potřebujeme data číst.

=> Tento pohled používáme pouze na čtení.

=> Do tohoto pohledu nikdy nezapisujeme přímo, měníme ho až po změně v hlavním místě pravdy - buď současně se zápisem do hlavního místa pravdy nebo se zpožděním (asynchronně nebo v dávce).

Materializovaný pohled (Materialized view)



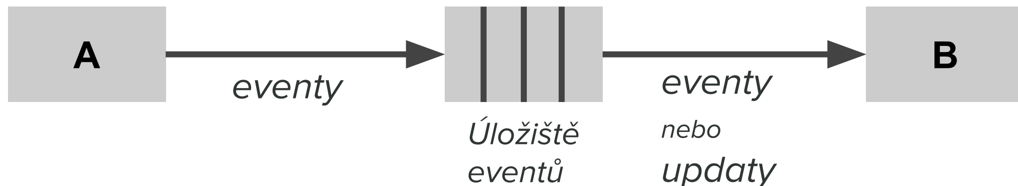
Event sourcing

Klasický přístup při změně dat:

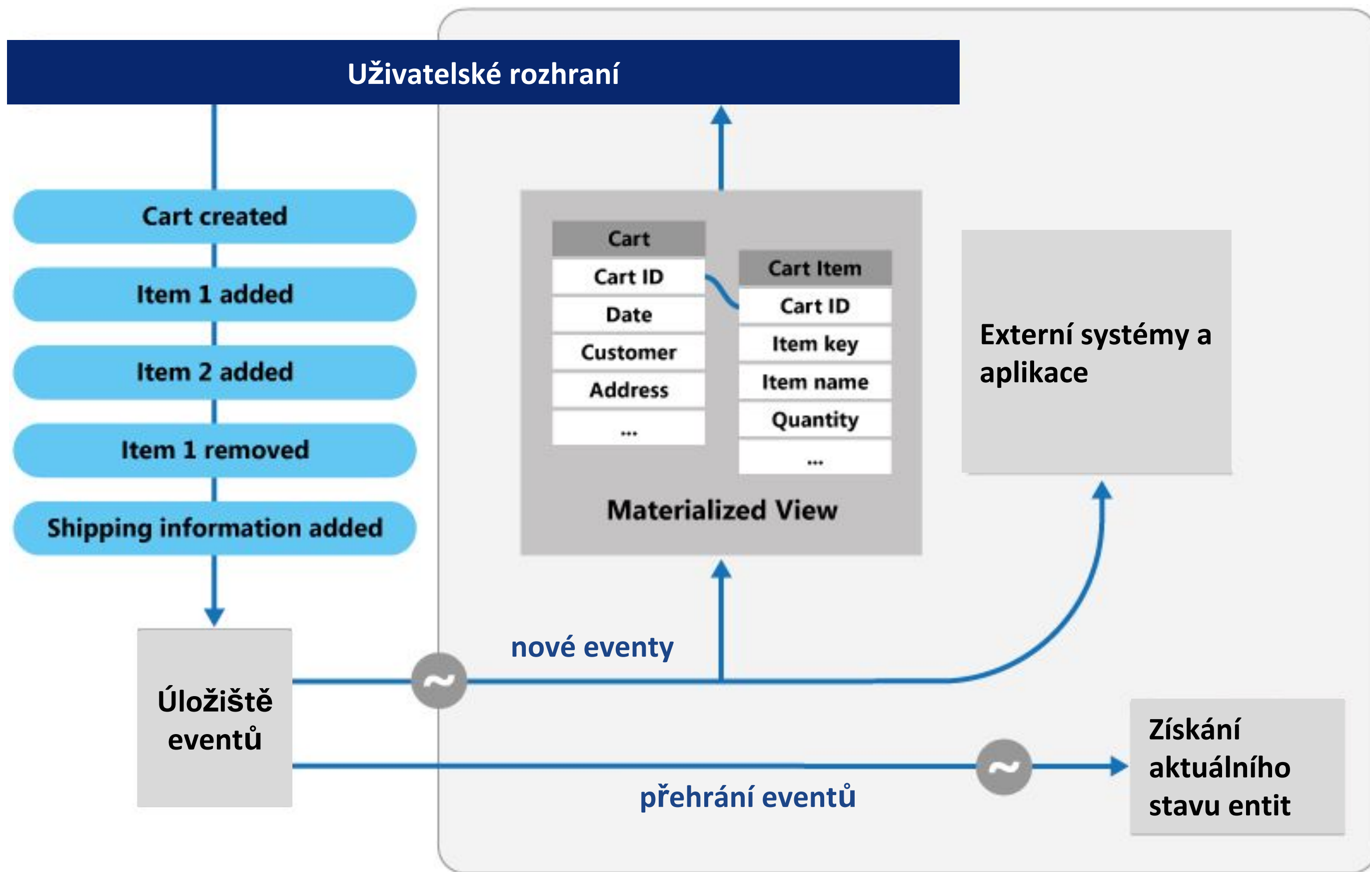
- první aplikace přímo updatuje stav druhé aplikace

Event Sourcing je pattern při kterém:

- veškeré změny do stavu aplikace jsou ukládány jako eventy
- eventy jsou uloženy v sekvenci ve které byly provedeny
- mezi updatující aplikací a updatovanou aplikací je mezivrstva pro uložení eventů (databáze, fronta ...)

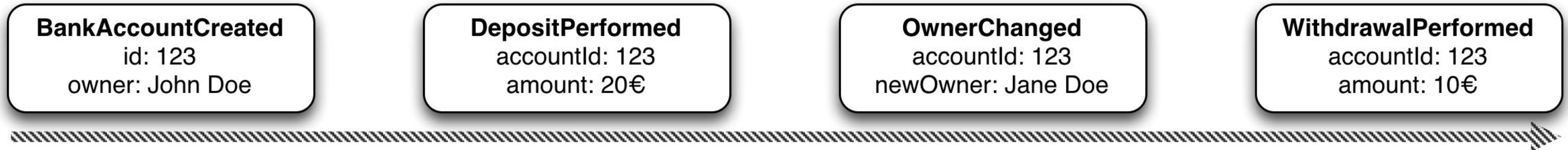


Event sourcing

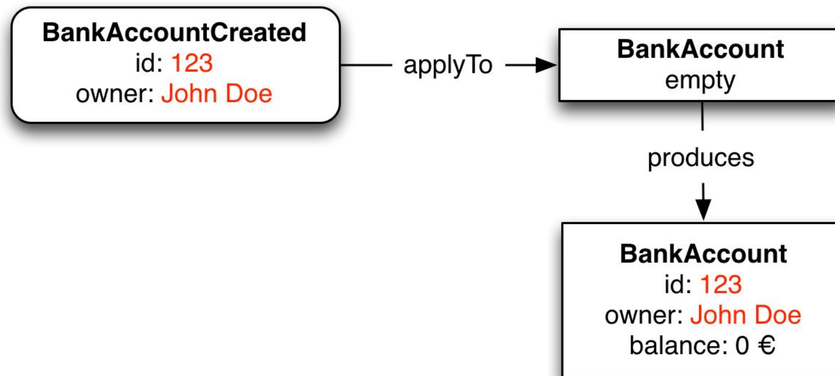


Event sourcing

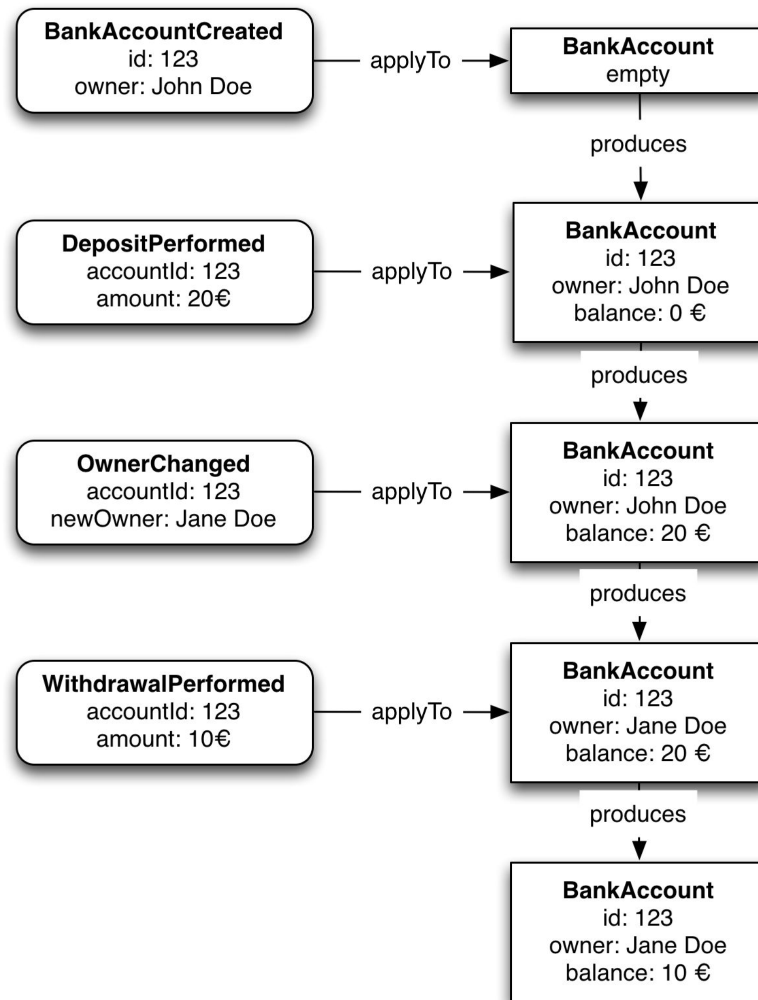
Sekvence eventů >>>



Aplikace eventu



Event sourcing



Event sourcing

Výhody:

- ***Performance*** - aplikace zapisující změny není blokována aplikací do které se změny zapisují
- ***Rekonstrukce stavu aplikace*** - když bychom přišli o stav aplikace, tak ho jsme schopni zreplikovat od každého okamžiku novou aplikací eventů
- ***Vrácení se k jakémukoliv minulému stavu aplikace*** - vrátíme se jednoduše tím, že znovu aplikujeme event až do požadovaného okamžiku
- ***Rollback*** - když zjistíme, že chceme poslední updatu zrušit, tak provedeme inverzní operace k eventům

Pozor na:

- ***Side efekty*** - např. abychom neposílali klientovi 2x ten samý email => řešením je např. oddělení side efektů od stavových změn
- Úložiště eventů se např. ***nehodí na generování reportů a dotazování na data*** => pokud toto chceme, tak eventy aplikujeme do úložiště pro čtení a čteme data až z něj

Event vs Command

Event - co se stalo

Command - co se má udělat

```java
public class OrderPlacedEvent implements Event {
   UUID eventId;
   UUID srcId;
   List items;
   public OrderPlacedEvent(UUID SrcId, List<Item>
items){
       //set instance variables
   }
}
```

```java
public class RetrievePaymentCommand implements Command{
   UUID commandId;
   String accountId;
   BigDecimal amount;
   public RetrievePaymentCommand(String accountId,
BigDecimal amount ){
       //set instance variables
   }
   public void execute(){
       //code to be executed
   }
}
```

CQRS

CQRS odděluje model pro zápis od modelu na čtení = **Command Query Responsibility Segregation**

Hlavní idea CQRS je:

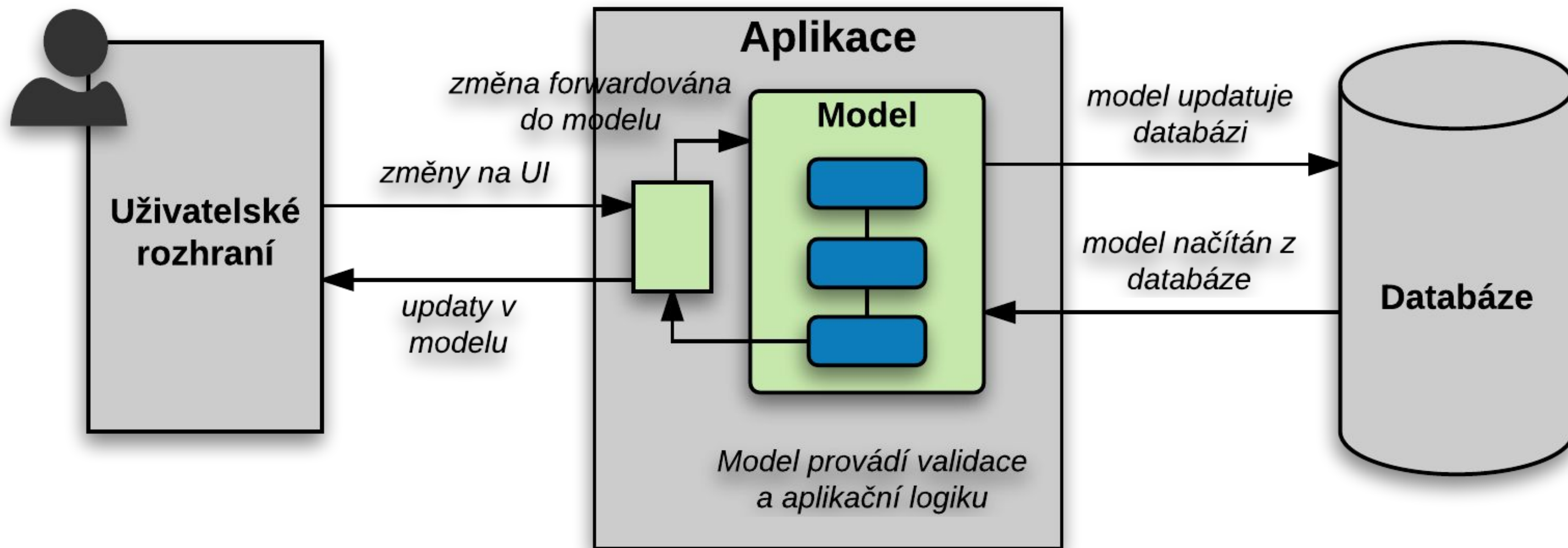
Operace by měla buď změnit stav objektu nebo vrátit výsledek, ale ne obojí najednou - ***o****dpovídání na otázku nemění otázku*. Když provedeme takovou segregaci, tak budeme mít vždy dva typy operací:

- **Commands** - mění stav objektu nebo celého systému - tzv. ***mutátory***
- **Queries** - vrací výsledek a nemění stav objektu

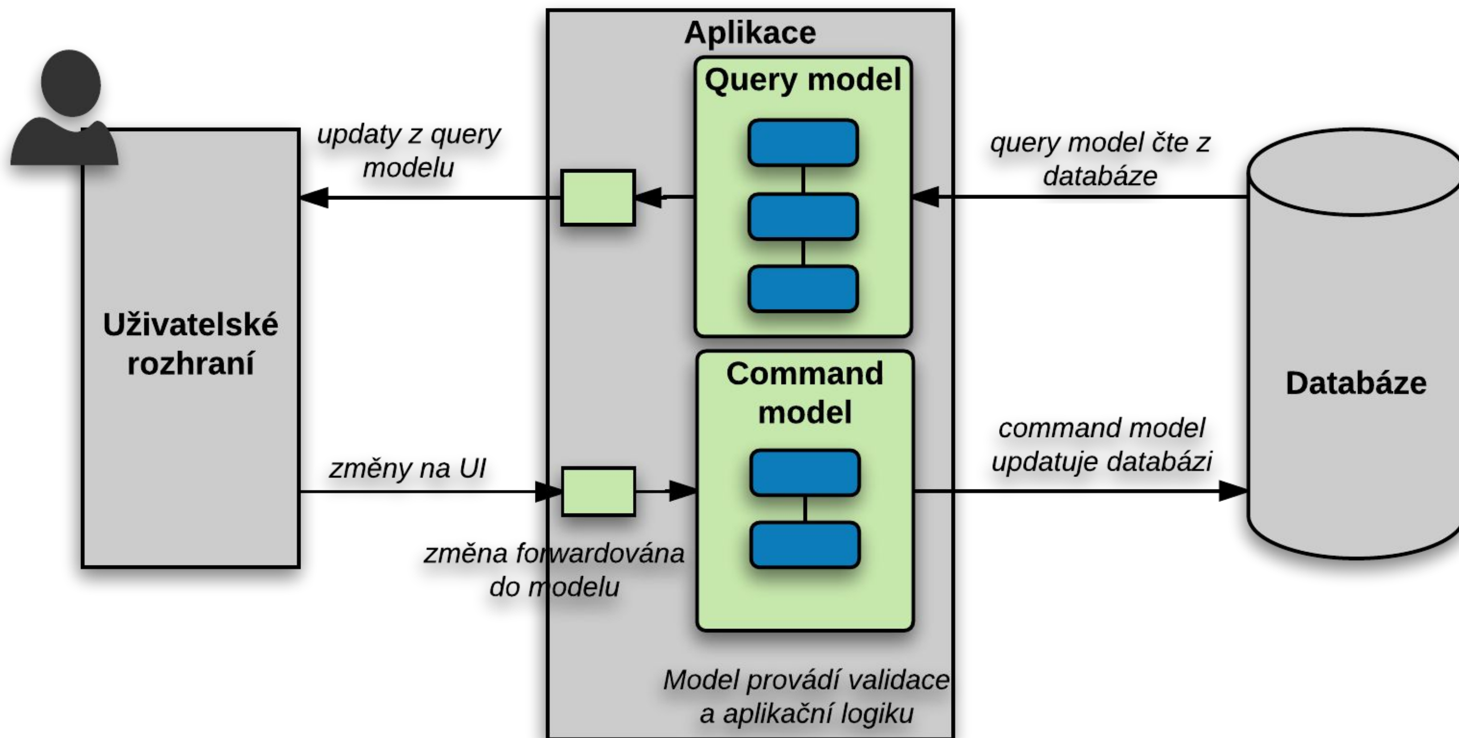
Důvody pro CQRS:

- U složité aplikace vede spojení požadavků pro zápis a čtení do jednoho modelu k příliš komplikovanému modelu a komplikovaným dotazům
- Aplikace má zcela odlišné nefunkční požadavky na čtení a zápis - zápis a čtení se navzájem blokují a prodlužují odezvy

Klasicky stavěná aplikace



CQRS - oddělení modelu pro čtení a zápis



Microservice

Microservisní architektura je o redukci komplexity pomocí dekompozice systému na moduly, které jsou dobře ohraničené z hlediska fungování a účelu.

V business termínech by microservice měla realizovat jednu ***business capabilitu*** *(schopnost či dovednost)*

Microservice nemá nic společného s velikostí**,** ale je o maximálním respektování **Single Responsibility Principle** (**S**OLID)

Microservisy fungují zcela samostatně a autonomně.

Microservice preferuje, aby měla vlastní databázi do které napřímo nepřistupuje žádný další systém (či microservice)

Microservice

Dvě microservisy mohou sdílet data a odpovědnost. Děje se tak přes třetí subjekt. Závislost je však co nejmenší a nejvolnější.

Dvě autonomní microservisy a sdílená databáze =>

DDD - Domain Driven Design

Metodika softwarového vývoje, která se soustředí na správnou dekompozici problému do domén a realizaci takto dekomponovaného systému.

Bounded Context - zasazuje část modelu do kontextu, kde má svůj unikátní význam, chování a izolaci

Aggregate **-** objektový graf který spravujeme jako celek (Aggregate root - kořen agregátu)

Entity - business object reprezentující doménový koncept se stabilní identitou

Value object - immutable objekt reprezentující kompozitní hodnotu objektu

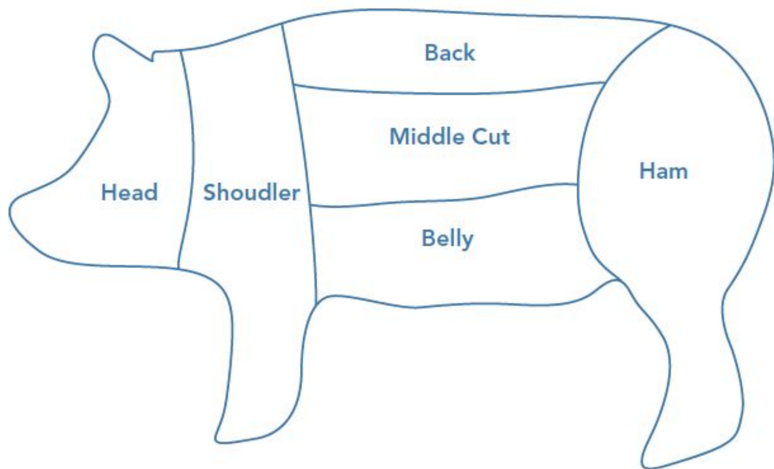
Domain Service - domain behavior, které se neperzistuje (např. vypočti daň)

Domain Event - objekt reprezentující změnu v doméně

Repository - objekt zodpovědný za perzistenci agregátu

Rozdělení problému na domény

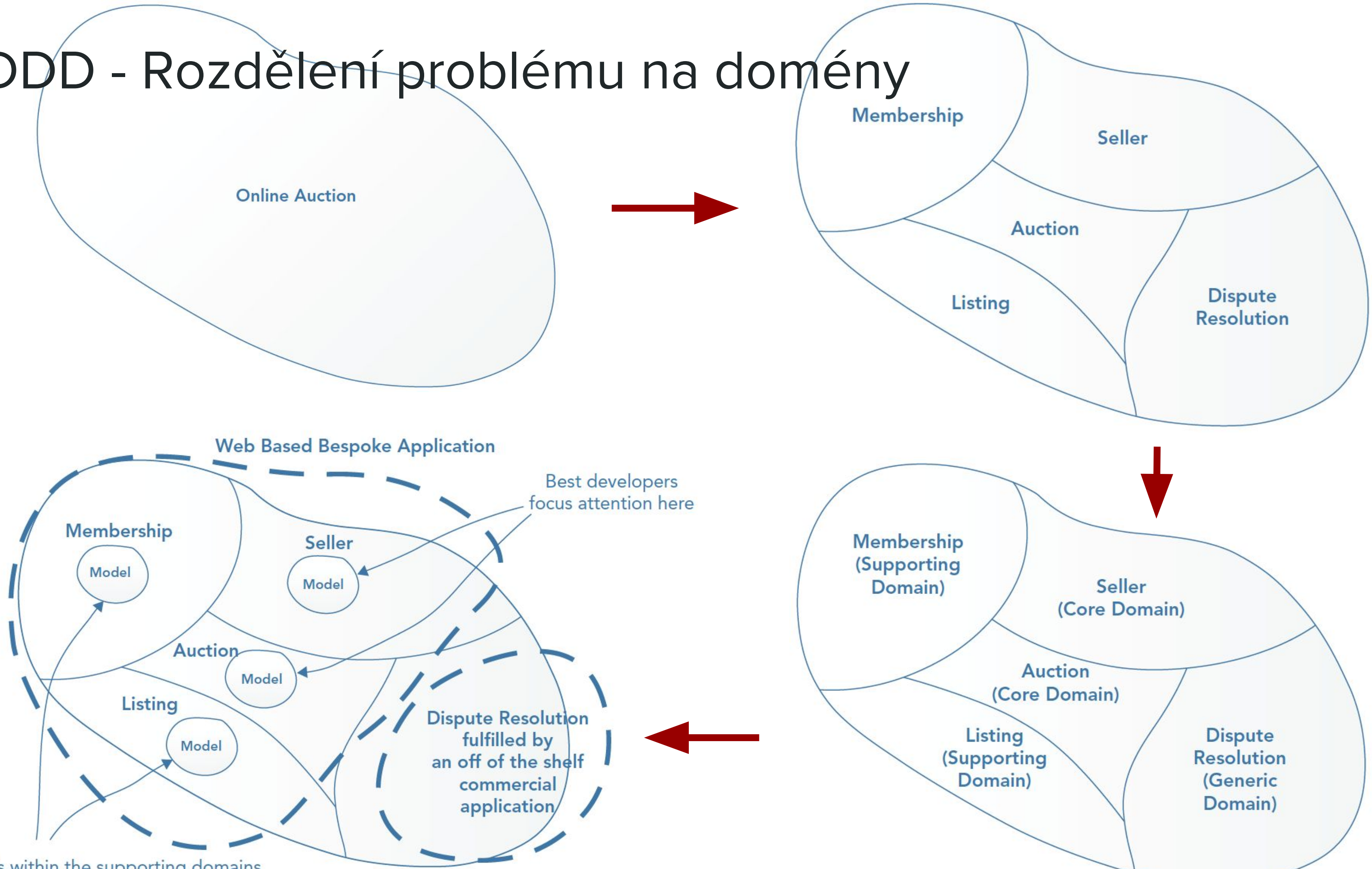
- Jak identifikovat klíčové domény řešeného problému?
- Jak se zaměřit na oblasti, které jsou důležité pro business?
- Jak vypadají hranice mezi doménami?
- Jak přiřadit lidské zdroje k doménám?



Měl bych mít možnost kdykoliv vzít jednu oblast a s minimálním úsilím a dopadem (minimální rework, testování, organizační změny atd.) do ostatních domén:

- nasadit opravu
- upravit funkcionalitu
- migrovat funkcionalitu na jinou technologii
- rozšířit z pohledu CPU a datového úložiště
- outsourcovat do jiného oddělení nebo společnosti

DDD - Rozdělení problému na domény



Zdroj: Patterns, principles and practices of domain driven design, Scott Millett, Nick Tune

DDD - Rozdělení problému na domény

Core domain - zpravidla reprezentuje core business firmy (přináší nejvíce peněz a kompetitivní výhodu). Dáváme na ní ty nejlepší vývojáře. Na core domain se díváme spíše jako na business produkt než jako na projekt.

Generic domain - zpravidla vrstvy a tooly, které jsou využíváno core businessem.

Supporting domain - ostatní

Domény z předchozího příkadu:

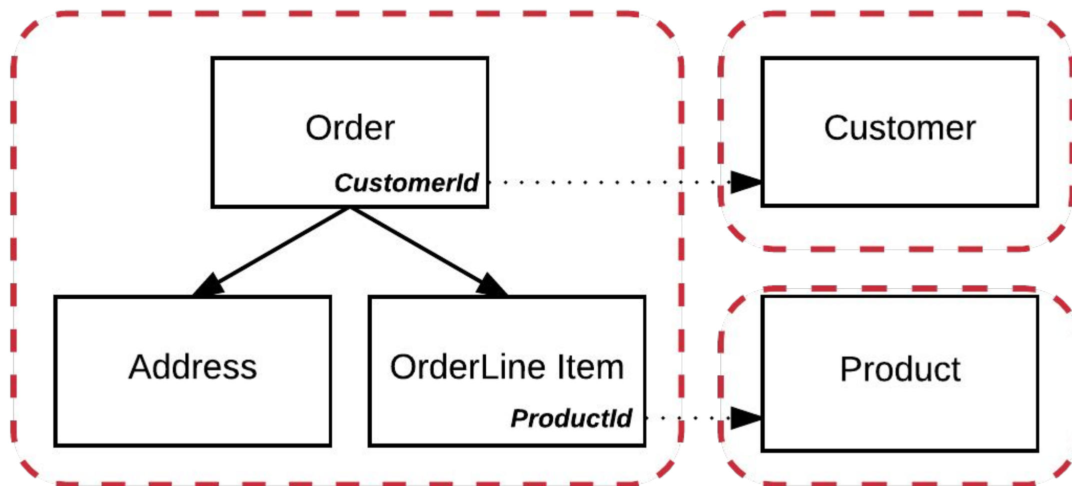
- *Membership* - stará se o registrace, preference, detaily členů (supporting)
- *Seller* - veškeré aktivity prodejce (core)
- *Auction* - řízení a časování aukcí, práce s nabídkami (core)
- *Listings* - seznamy položek pro dražbu (supporting)
- *Dispute resolution* - řešení sporů mezi prodejci a kupci (generic)

DDD - Agregát

Agregát je graf objektů (nebo tabulek), ke kterým se mohu chovat jako k uzavřené jednotce

Pravidla:

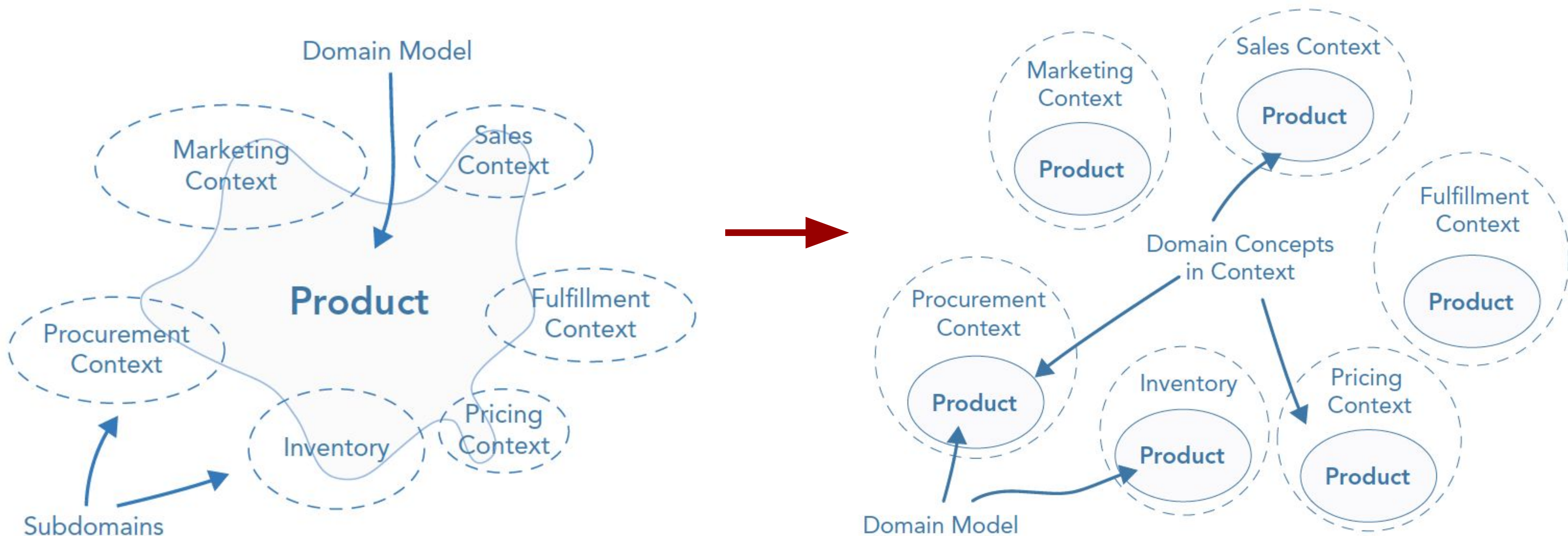
- Agregát má vždy jeden root (kořenový) objekt a sadu dalších navázaných objektů
- Agregát se linkuje na další agregáty pomocí ***Id*** jejich root objektů *(vzpomeňte na lazy loading pattern pomocí Ghost)*
- Jeden agregát = jeden command, který s ním pracuje
- Scope transakce = agregát



DDD - Bounded context

Zasazuje část modelu do kontextu, kde má svůj unikátní význam a chování

Bounded context = jedna microservice



DDD - Bounded context

Bounded context - je o kontrole hranice, důsledném zapouzdření a izolaci

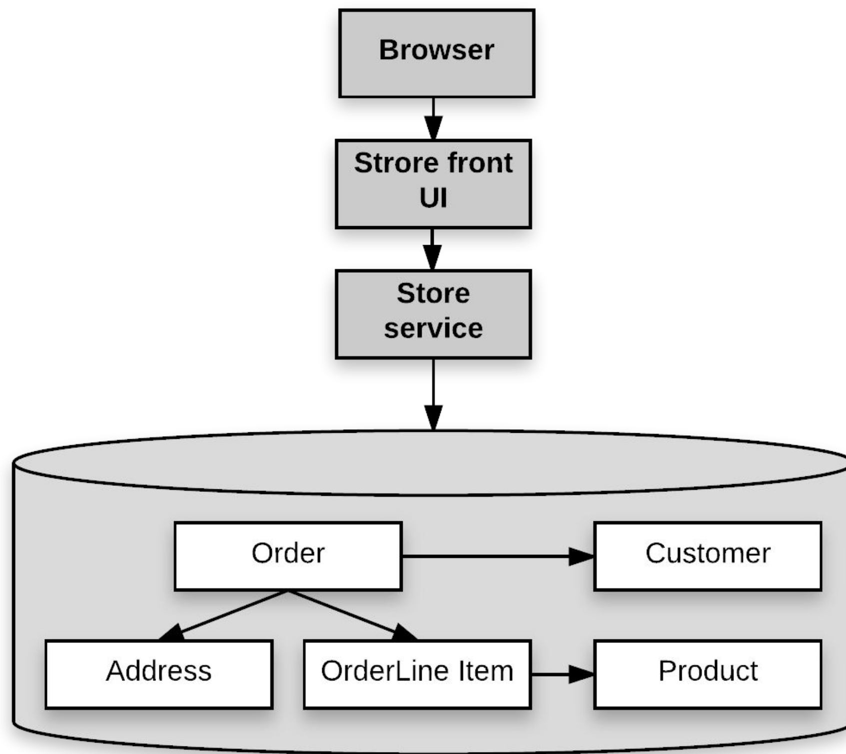
ANTICORRUPTION LAYER - zařizuje “čistou a jasnou” hranici mezi doménami. Veškerá komunikace a transformace dat mezi doménami probíhá přes tuto specializovanou vrstvu (API)

Q: Uffff… když mám entitu Product ve více bounded kontextech, tedy ve více microservisách, co když jeho data mohu modifikovat ve všech těchto microservisách? Kde je pak single source of truth dat o produktu?

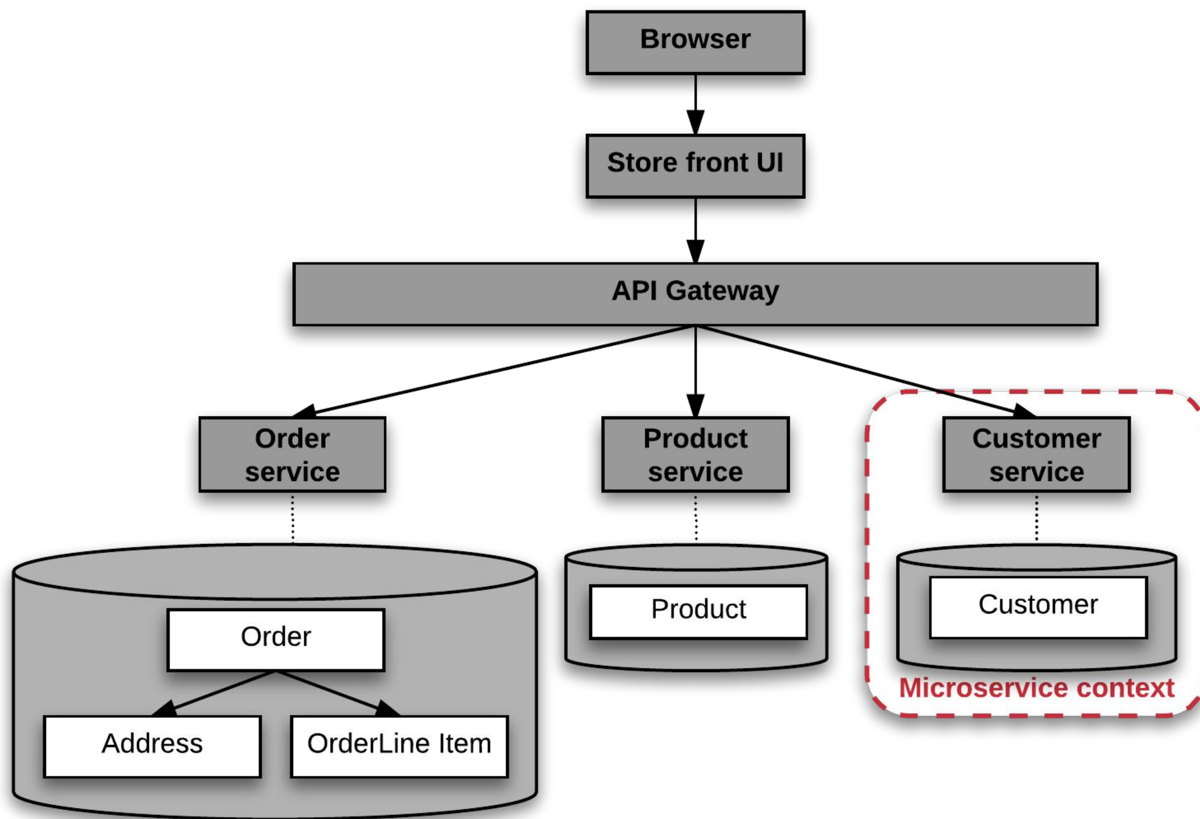
A:

1) *V ideálním případě mám jedinou microservice, které mi zapouzdřuje veškeré operace nad produktem a pracuje se s jediným agregátem pro produkt.*
2) *Pokud ne, tak:*
    i) *Někdy mám výhodu v tom., že každý bounded context/microservice má trochu jiný agregát - v jednom se např. spravujou ceny k produktu, jinde jeho parametry a fotografie*
    ii) *Jindy v jednom bounded contextu data k produktu čtu i zapisuji, v druhém pouze čtu (např. přes materialized view)*
    iii) *Občas se bohužel stane, že v obou bounded contextech zapisuju ta samá data. Pak to řeším přes Sagu a eventual consistency - viz následující slidy*

Klasický monolitický systém



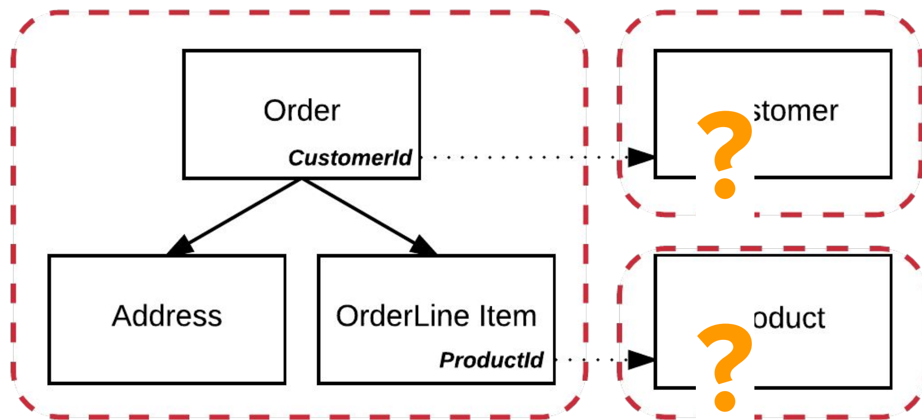
Dekompozice toho samého problému na microservices



Microservice

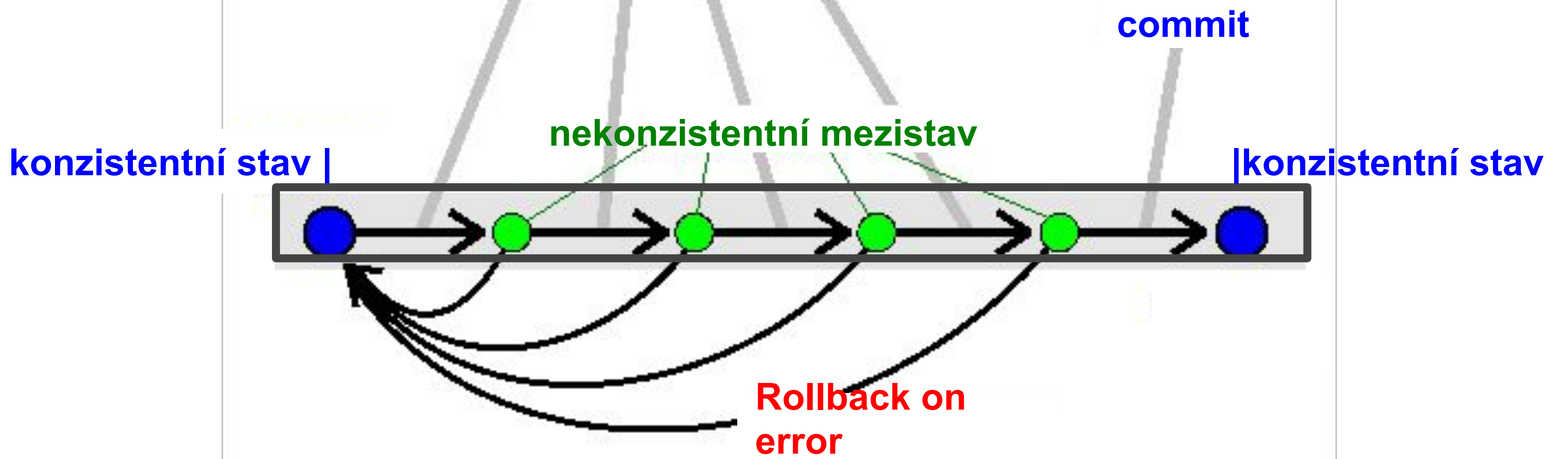
V klasickém monolitické systému jsme mohli najednou měnit Order, Customer i Product, protože byly ve stejné databázi a přistupovali jsme k nim přes stejnou vrstvu.

Jak zařídíme konzistentnost v systému dekomponovaném na microservisy?



Nejdříve je nutné pochopit co je transakce ve smyslu klasické relační databáze …

Relační databáze a ACID



ACID

Atomicity - změny prováděné v transakci jsou buď realizovány jako celek nebo vůbec

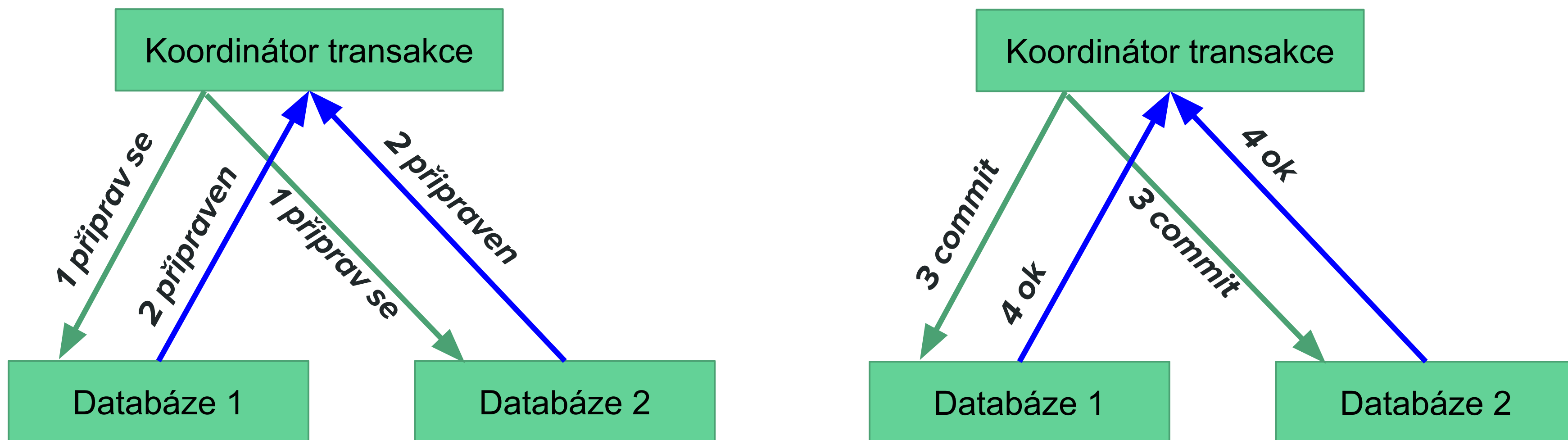
Consistency - databáze je konzistentní před a po transakci

Isolation - během transakce jsou data se kterými pracuje izolovány od dalších transakcí

Durability - úpravy provedené transakcí jsou natrvalo uloženy v databázi

Relační databáze a dvoufázový commit (2PC)

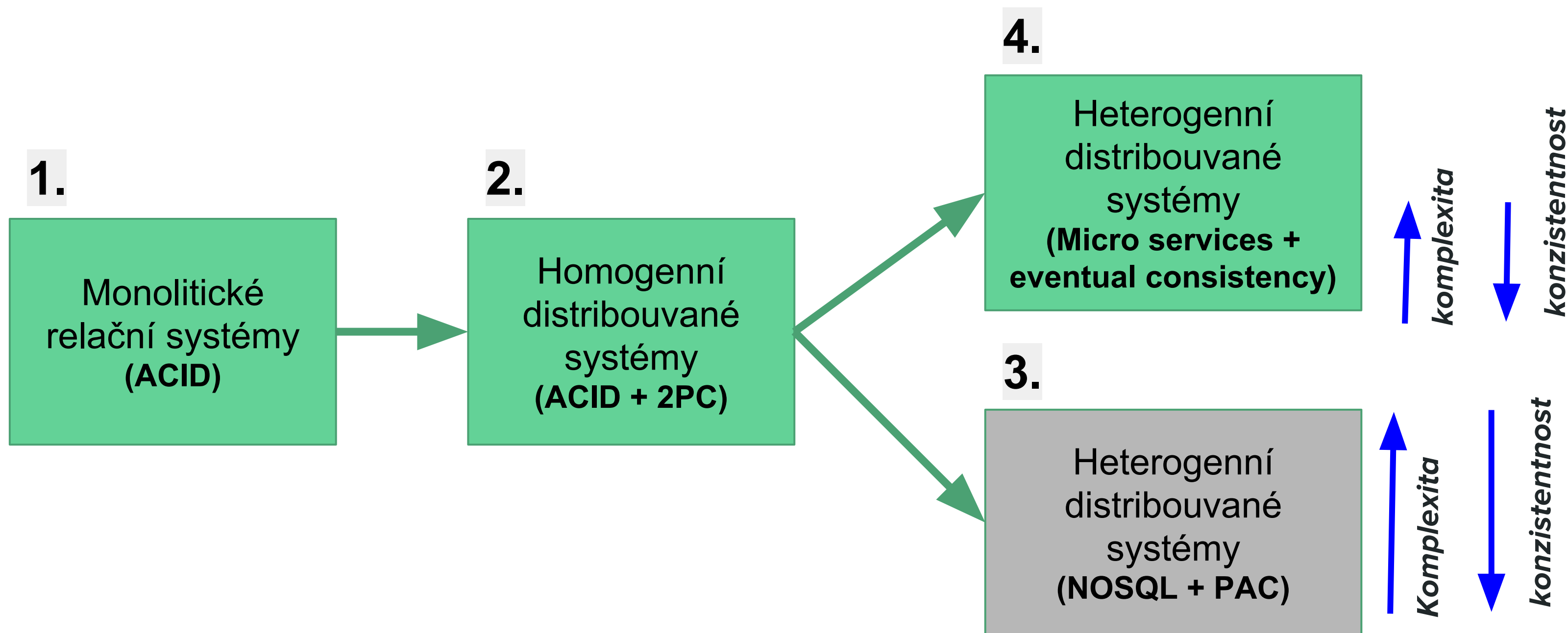
V případě, že všichni účastníci distribuované transakce potvrdí připravenost realizovat operace, tak se provádí *commit* na všech těchto systémech, jinak se neprovede na žádném



Proč 2PC není vždy použitelný:

- Existující aplikace většinou nepodporují transakce a dvoufázový commit - není to tzv. XA resource
- Koordinátor transakce zavádí *single point of failure* (při jeho výpadku nejde zapsat nikam)
- Protokol pro realizaci 2PC je velmi “upovídaný”
- Omezená propustnost, protože kvůli konzistentnosti musíme zamykat tabulky a serializovat operace

Geneze architektury



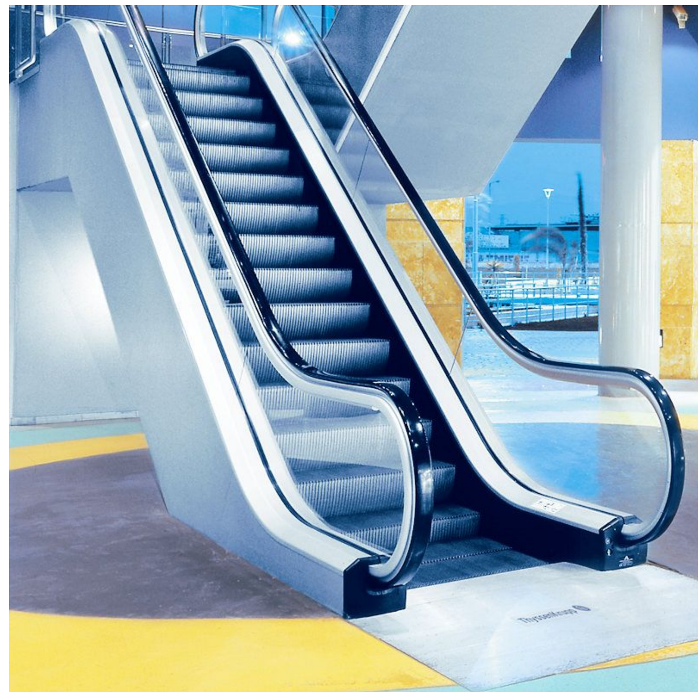
Sága a eventual consistency

Dočasně nekonzistentní systémy = **Eventual consistency**

Z ***technických*** nebo ***business důvodů*** nejsme schopni po celou dobu zaručit konzistentnost

=> navrhneme systém a business proces tak, aby byl použitelný i v nekonzistentních stavech (Inconsistent by design)

Je použitelné i když není úplně funkční - tady je to spíš náhoda než záměr ;-) =>



Systém je konzistentní jen v některých stavech, kterými prochází. Jsou i systémy, které se do plně konzistentního stavu nedostanou nikdy

Např. hypotéka je konzistentní těsně před schválením. V tu chvíli ke všem nemovitostem existuje výpis z katastru, ke všem osobám na hypotéce existuje doklad o příjmech atd. Předtím byla hypotéka uložená, ale např. k některým osobám nebyl uložen příjem.

Sága a eventual consistency

Sága řeší konsensus mezi microservisami bez transakcí a to pomocí správné dekompozice business procesu a eventual consistency.

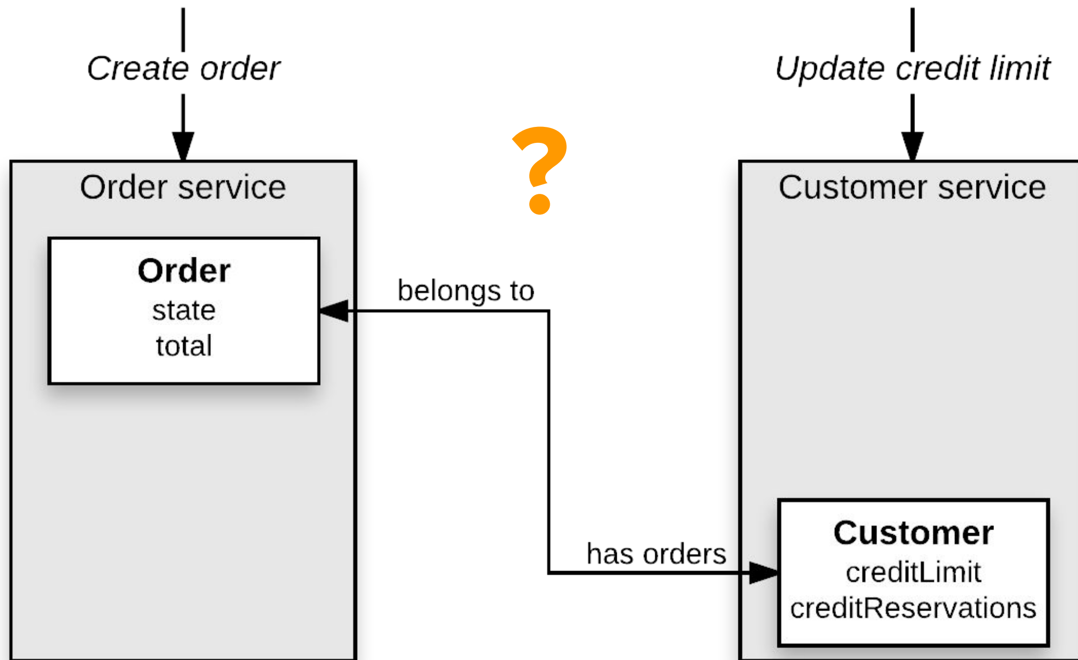
Sága rozdělí komplexní business proces na menší akce a protiakce (counter actions), které koordinuje a řídí pomocí zpráv a timeoutů.

Business process => Saga, která obsahuje actions, counteractions, messages, timeouts

Operace v každém kroku business procesu má definovanou kompenzační operaci

Sága a eventual consistency

Zakládám objednávky a potřebuji zajistit, že suma otevřených objednávek není vyšší než kreditní limit zákazníka

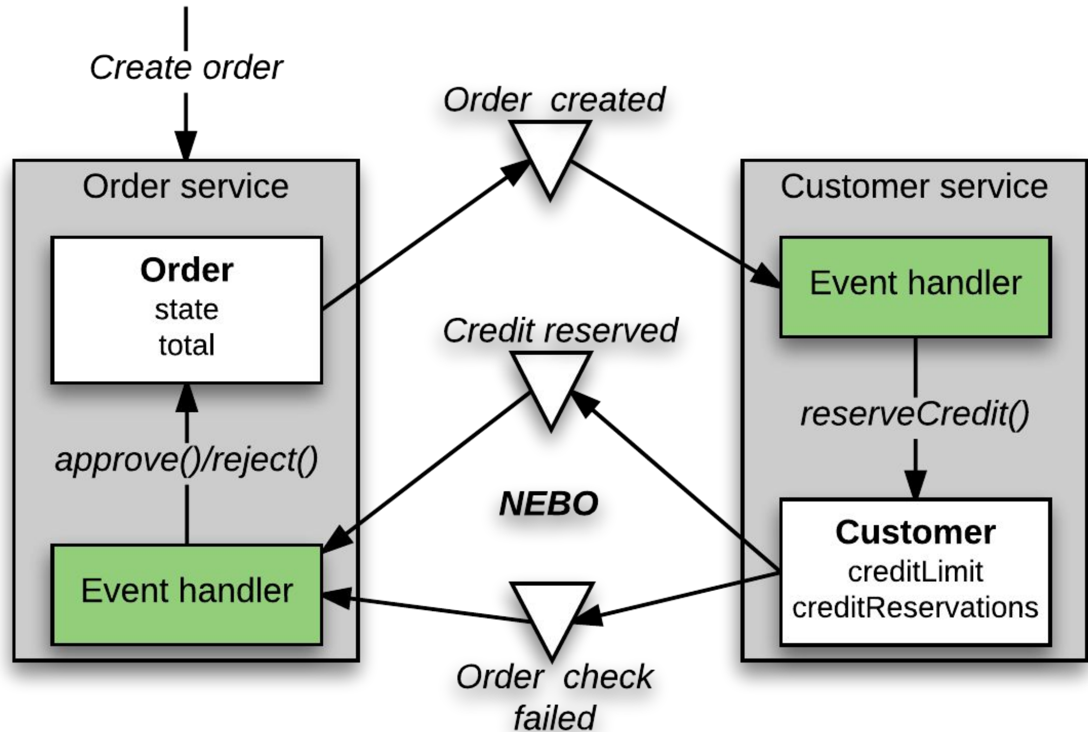


Sága a eventual consistency

Po založení objednávky je systém po nějakou dobu částečně nekonzistentní - mohl jsem eventuálně založit objednávku, která překračuje kreditní limit zákazníka.

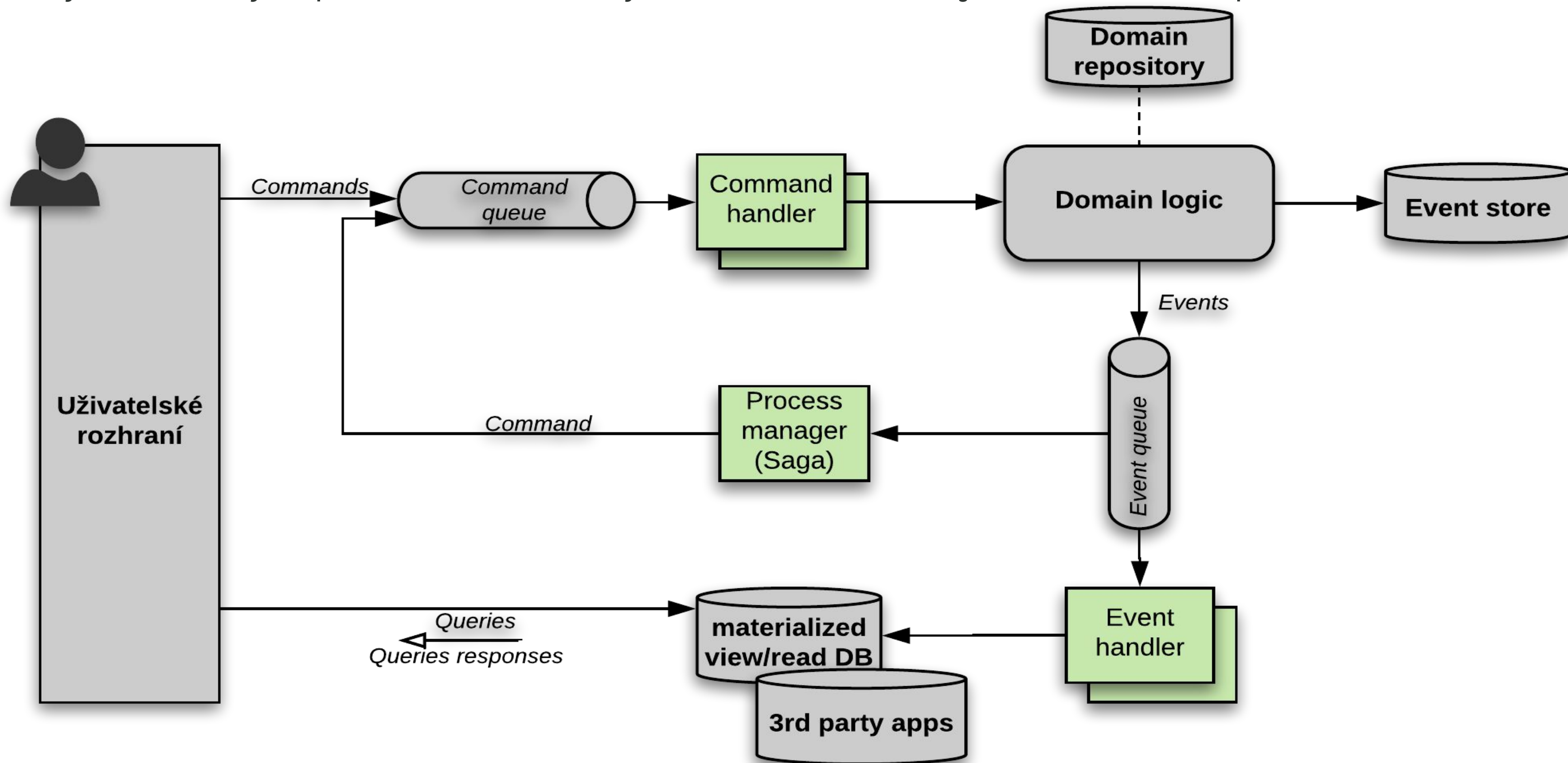
Toto řešení je možné, jelikož jsem **upravil business process a částečně degradoval user experience** => Zákazník čeká na potvrzení objednávky.

Obecně platí, že od jistého stavu systému (paretovsky optimální řešení) nemůžu zlepšit některé jeho vlastnosti aniž bych degradoval jiné.



Materialized view + CQRS + Event sourcing + Saga

Po spojení výše uvedených patternů dohromady dostáváme následující architekturu aplikace



Materialized view + CQRS + Event sourcing + Saga

Command Queue - v této frontě se skladují commandy (pokyny co se má provést) např. z UI, které jsou odebírány zaregistrovanými komponentami

Command Handler(s) - kód, který selektivně odebírá commandy a zpracovává je pomocí služeb doménové logiky

Domain Logic - služby nad doménovou logikou, které provádí kód pro danou doménu (např. Logika pro zpracování klienta banky, logika pro spotřební úvěr atd.). Při změnách generují eventy.

Event Store - úložiště eventů

Event Queue - fronta eventů, které jsou odebírány zaregistrovanými komponentami

Event Handler(s) - kód, který selektivně odebírá eventy a ty jsou dále zpracovávány

Materialized view - datové repository optimalizované pro čtení např. z UI

Process Manager/Saga - implementace ságy, transformuje eventy do akcí nad doménovou logikou