



Zadání bakalářské práce

Název:	Návrh systému pro sledování změn v sylabech předmětů
Student:	Samuel Händl
Vedoucí:	doc. Ing. Robert Pergl, Ph.D.
Studijní program:	Informatika
Obor / specializace:	Informační systémy a management
Katedra:	Katedra softwarového inženýrství
Platnost zadání:	do konce letního semestru 2023/2024

Pokyny pro vypracování

Cílem práce je navrhnout systém pro sledování změn v sylabech předmětů, zejména s ohledem na obsah.

1. Seznamte se se základy teorie Normalizovaných systémů (část předmětu NI-NSS) a problematikou řízení změn.
2. Seznamte se s aktuálními přístupy k aplikování teorie NSS na udržitelnost dokumentů.
3. Navrhněte vhodnou konceptualizaci a systém pro reprezentaci sylabů, který umožní sledování a řízení změn v obsahu sylabů.
4. Navrhněte způsob možné technické databázové reprezentace.
5. Výsledky komentujte a demonstруйте na ukázkové studii.

Bakalářská práce

**NÁVRH SYSTÉMU PRO
SLEDOVÁNÍ ZMĚN
V SYLABECH
PŘEDMĚTŮ**

Samuel Händl

Fakulta informačních technologií
Katedra softwarového inženýrství
Vedoucí: doc. Ing. Robert Pergl, Ph.D.
11. května 2023

České vysoké učení technické v Praze
Fakulta informačních technologií

© 2023 Samuel Händl. Všechna práva vyhrazena.

Tato práce vznikla jako školní dílo na Českém vysokém učení technickém v Praze, Fakultě informačních technologií. Práce je chráněna právními předpisy a mezinárodními úmluvami o právu autorském a právech souvisejících s právem autorským. K jejímu užití, s výjimkou bezúplatných zákonných licencí a nad rámec oprávnění uvedených v Prohlášení, je nezbytný souhlas autora.

Odkaz na tuto práci: Händl Samuel. *Návrh systému pro sledování změn v sylabech předmětů*. Bakalářská práce. České vysoké učení technické v Praze, Fakulta informačních technologií, 2023.

Obsah

Poděkování	vii
Prohlášení	viii
Abstrakt	ix
Seznam zkratk	x
Introduction	1
1 Cíl práce a metodika	3
2 Teoretická část	5
2.1 Syllabus	5
2.2 Konceptualizace	5
2.2.1 Ontologie	6
2.3 Unified modeling language	6
2.3.1 UML Class diagram	6
2.4 OntoUML	8
2.4.1 Problematika rigidity a sortality	9
2.4.2 Relace	10
2.4.3 Ontologické objekty	13
2.4.4 Aspekty	14
2.5 Procesní modelování	15
2.5.1 Proces	15
2.5.2 BPMN	15
2.6 Teorie Normalizovaných systémů	19
2.6.1 Kombinatorický efekt	20
2.6.2 Čtyři teorémy teorie NS	20
3 Praktická část	23
3.1 Popis a analýza syllabu předmětů domény	23
3.1.1 Popis domény	23
3.1.2 Analýza domény	24
3.2 Konceptuální OntoUML model	30
3.2.1 Tvorba konceptuálního modelu	30
3.3 Modely procesů	34
3.3.1 Vytvoření schváleného předmětu	34
3.3.2 Uzavření předmětu	35
3.3.3 Vypsání předmětu	35
3.3.4 Přiřazené garanta předmětu pro vypsání předmět	36
3.3.5 Přiřazení vyučujícího/přednášejícího/zkoušejícího pro vypsání předmět	36
3.3.6 Rozhodnutí o zástupnosti předmětu	37
3.3.7 Změna rozsahu, kreditového ohodnocení a zakončení předmětu	38

3.3.8	Změna obsahu vyučované látky	39
3.3.9	Jakákoliv jiná změna související se sylabem	39
3.4	Návrh systému	40
3.4.1	Způsob technické databázové reprezentace	41
3.4.2	Ukázková studie	42
4	Závěr	45
	Obsah přiloženého média	49

Seznam obrázků

2.1	UML hierarchie diagramů [8]	7
2.2	Model samotné třídy [9]	7
2.3	Asociace mezi dvěma entitami [10]	8
2.4	Generalizace/specializace [11]	8
2.5	Agregace části a celku [13]	8
2.6	Topologie OntoUML entit [15]	9
2.7	Model obsahující formální relaci [16]	10
2.8	Model zobrazující materiální relaci, mediaci a relator [17]	11
2.9	Model generalizace s generalization set [18]	11
2.10	Počáteční událost None [20]	16
2.11	Počáteční událost Message [20]	16
2.12	Počáteční událost Timer [20]	16
2.13	Počáteční událost Multiple [20]	16
2.14	Ukončovací událost None [20]	16
2.15	Ukončovací událost Message [20]	17
2.16	Ukončovací událost Terminate [20]	17
2.17	Ukončovací událost Multiple [20]	17
2.18	Aktivita - Manual Task	17
2.19	Aktivita - Human Task	17
2.20	Aktivita - Service Task	18
2.21	Aktivita - Script Task	18
2.22	Parallel (AND) brána [20]	18
2.23	Inclusive (OR) brána [20]	18
2.24	Exclusivní (XOR) brána [20]	18
2.25	Data objekt a data uložení	19
2.26	Role, skupina a komentář	19
3.1	Model předmětu	31
3.2	Model studijního plánu	32
3.3	Model specializace/oboru a studijního programu	33
3.4	Model studenta VŠ	34
3.5	Proces vytvoření schváleného předmětu	35
3.6	Proces uzavření schváleného předmětu	35
3.7	Proces vypsání schváleného předmětu	36
3.8	Proces změny garanta předmětu pro vypsání předmět	36
3.9	Proces změny personálního zastoupení pro vypsání předmět	37
3.10	Proces změny zástupnosti předmětu	38
3.11	Proces změny rozsahu, kreditového ohodnocení a zakončení předmětu	39
3.12	Proces jiné změny než zmíněných	40
3.13	Databázový model	42
3.14	UML model databázové reprezentace, kde jsou zvýrazněné změny verzí instancí určitých entit při změně, která je popsána v ukázkové studii	43

Seznam tabulek

3.1	Tabulka zobrazující jednotlivé pojmy s jejich jednoduchým popisem	25
-----	---	----

Mé poděkování především věnuji rodině, která za mnou vždy stojí a doc. Ing. Robertu Perglovi, Ph.D. za možnost zhotovit téma, které mě přivedlo do nové oblasti mého vzdělání. Také bych rád poděkoval za jeho cenné rady při konzultacích, které mě usměrovaly správným směrem. Dále bych rád poděkoval Ing. Michal Valenta, Ph.D. za jeho snahu a čas, který věnoval konzultacím při analýze systému a v neposlední řadě také mým kamarádům, kteří mě dokážou rozveselit v jakékoliv situaci.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

Beru na vědomí, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorského zákona, ve znění pozdějších předpisů. V souladu s ust. § 2373 odst. 2 zákona č. 89/2012 Sb., občanský zákoník, ve znění pozdějších předpisů, tímto uděluji nevýhradní oprávnění (licenci) k užití této mojí práce, a to včetně všech počítačových programů, jež jsou její součástí či přílohou a veškeré jejich dokumentace (dále souhrnně jen „Dílo“), a to všem osobám, které si přejí Dílo užít. Tyto osoby jsou oprávněny Dílo užít jakýmkoli způsobem, který nesnižuje hodnotu Díla, avšak pouze k nevýdělečným účelům. Toto oprávnění je časově, teritoriálně i množstevně neomezené.

V Praze dne 11. května 2023

.....

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá návrhem systému, který je schopný sledovat změny v sylabech studijních předmětů na Fakultě informačních technologií ČVUT v Praze.

V řešení je využit konceptuální model, vytvořen v jazyce OntoUML, zabývající se systémem učiva na vysoké škole a teorie Normalizovaných systémů, která se převážně věnuje evolvabilitě systému. Tvorbě konceptuálního modelu předchází analýza dané domény, která byla zhotovena ve spolupráci s odborníkem na danou doménu a měla za cíl identifikovat všechny důležité pojmy a vztahy mezi nimi, které vytvářejí základní strukturu popisované oblasti.

Výsledkem je návrh systému a způsob technické databázové reprezentace opírající se o diagram tříd jazyka UML a následná ukázková studie, která blíže ukazuje, jak se systém chová při změně sylabu nějakého ze studijních předmětů.

Klíčová slova syllabus, konceptuální model, UML, OntoUML, Normalised Systems Theory, UFO, BPMN, návrh systému

Abstract

The bachelor's thesis focuses on the design of a system capable of tracking changes in syllabuses of study subjects at the Faculty of Information Technology, Czech Technical University in Prague.

The solution utilizes a conceptual model created in the OntoUML language, addressing the curriculum system at a higher education institution, and the Normalized Systems Theory, primarily dedicated to system evolvability. The creation of the conceptual model is preceded by domain analysis conducted in collaboration with a domain expert, aiming to identify all important concepts and relationships that form the fundamental structure of the described domain.

The result is a system design and a method of technical database representation based on a UML class diagram, followed by a sample case study that provides further insight into how the system behaves when a syllabus change occurs in one of the study subjects.

Keywords syllabus, conceptual model, UML, OntoUML, Normalised Systems Theory, UFO, BPMN, system design

Seznam zkratek

ECTS European Credit Transfer and Accumulation System

Úvod

Student vysoké či střední školy si během svého studia pokládá jednu z důležitých, ale nelehkých otázek. Jakým směrem se v životě má vydat, na jakou vysokou školu se má přihlásit. Většinou právě tahle otázka rozhodne o jeho budoucím životě. Vizualizace studia, by takovou oblast měla lépe uchopit a zjednodušit tak rozhodování, kterému je student vystavován. Nabídne mu přesné porozumění studia na konkrétní vysoké škole a středoškolákovi nebo studentovi vysoké školy upřesní, co od určité školy nebo oboru/specializace může očekávat z hlediska vyučované látky.

Interaktivní mapa průchodem studia je hlavní náplní práce, kterou náš tým, pod vedením doc. Ing. Robert Pergl, Ph.D., má za úkol vytvořit. Studium na vysoké škole se zvláště týká absolvovaných předmětů, tedy průchod studiem je především záležitostí vyučované látky. Jelikož uchopení samotné problematiky učiva na vysokých školách není lehké, tak má část práce se zabývá analýzou systému, který se stará o obsah vyučované látky v předmětech. Analýza je čistě zaměřená pro univerzitu ČVUT a přímo na Fakultu informačních technologií.

Na základě analýzy lze vytvořit model tohoto systému, který umožní hlubší pochopení této oblasti. Pomůže to nejenom samotnému týmu, aby porozuměl probírané oblasti, ale i veřejnosti, která s tímto problémem není v přímém kontaktu. Samotný model nebude sloužit jen k pochopení určité oblasti, ale na základě něho a konverzace s odborníky na danou oblast je možné identifikovat všechny příčiny, které učivo mění a nějakým způsobem tak formují. Tyto dvě části práce se následně použijí pro vytvoření uceleného systému, který dokáže sledovat jakékoliv změny v probíraném učivu a vizualizovat je tak do konkrétní mapy průchodu studiem.

Cíl práce a metodika

Hlavním cílem práce je navrhnout vhodný systém, který umožní sledovat změny v sylabech předmětů. Systém nezkoumá čistě jen sylabus, ale i všechny entity, které do vztahu s ním přicházejí. V první části 3.1 se věnuji analýze nejen samotného sylabu, ale celého systému spravující učivo na vysoké škole. Na základě analýzy je v jazyce OntoUML vytvořen ontologický konceptuální model reflektující realitu, který je i zároveň vhodný pro sledování a řízení změn v obsahu sylabů. Tento model se nachází v příloze dokumentu.

Na základě modelu a analýzy je v 3.4 zhotoven návrh systému, ze kterého je následně vytvořen návrh způsobu technické databázové reprezentace viditelný v 3.4.1. K této činnosti je nutné aplikovat určitou teorii, a právě mým úkolem je použít teorii Normalizovaných systému, popisující přístup k návrhu systému, který bude udržitelný z hlediska evolvability. Mým dalším úkolem, před konečným návrhem, je tedy prostudovat a teoreticky popsat základy teorie Normalizovaný systému a praktikovat ji na udržitelnost sylabů.

Teoretická část

2.1 Syllabus

Syllabus studijního předmětu (dále jen „předmět“) je strukturovaný popis předmětu vyučovaného především na vysoké škole. Mezi základní prvky popisující struktury zařazujeme:

- Jméno předmětu;
- Rozsah kontaktní výuky – znázorňuje, kolik hodin student stráví kontaktní výukou (jedná hodina se rovná 45 minutám);
- ECTS kreditní body – vyjadřují, kolik kreditů získá student po absolvování konkrétního předmětu;
- Způsob zakončení – definuje, jakým způsobem je předmět zakončen pro jeho úspěšné absolvování (může být zápočet, klasifikovaný zápočet, zkouška nebo zápočet a zkouška);
- Semestr – určuje v jakém semestru, letním nebo zimním, se předmět vyučuje;
- Garant předmětu – pracovník univerzity, který ručí za kvalitu předmětu;
- Katedra – jaká katedra se o daný předmět organizačně stará;
- Vyučující – pracovníci univerzity, kteří daný předmět vyučují;
- přenášející – pracovníci univerzity, kteří daný předmět přenášejí;
- Zkoušející – pracovníci univerzity, kteří daný předmět zkoušejí.

Dále je zde rozvedena anotace předmětu uvádějící, čím se předmět zabývá a nechybí ani osnova přednášek, osnova cvičení a literatura. [1] Změnou předmětu se následně mění i přidružený obsah syllabu popisující onen předmět.

2.2 Konceptualizace

Konceptuální modelování je proces, při kterém se formálně popisují určité aspekty fyzického a společenského života kolem nás. Jeho význam především tkví v porozumění určité oblasti, a tedy k určení všech souvisejících pojmů. Jelikož napomáhá k lepšímu porozumění, tak jeho dalším pozitivním příspěvkem je zjednodušení komunikace, která se často opírá o holá fakta vysvětlovaná právě konceptuálním schématem. [2]

2.2.1 Ontologie

Základem každého konceptuálního modelování je formální stránka, jakým způsobem určité aspekty modelovat. Zabývat se otázkami, co je vlastně určitý pojem a jaká je jeho podstata. Řešit tedy otázky samotného bytí onoho pojmu. Tato disciplína se nazývá ontologie, a právě u konceptualizace je důležitým a neopomíjeným prvkem. [3]

Mezi zakladatele ontologie, tedy poprvé, kdo se takovými filozofickými otázkami zabýval, byl už Aristoteles. Od té doby se tato disciplína rozvinula a prvním, kdo ji využil v informačních technologiích, byl Mealy v roce 1967. V následných desetiletích se ontologie hojně rozšířila do počítačových věd a začala se především využívat v návrhu databázových a informačních systémů, softwarového inženýrství a umělé inteligenci. [3]

Ontologie lze rozdělit na formální a neformální. Pod neformální ontologií si lze představit jakoukoliv ontologii, která nemá určitá pravidla formalizace, respektive nesplňuje určité standardy, které byly pro formalizaci ontologií vytvořeny. [4] V tomto textu se tedy zabývám čistě formální ontologií.

2.2.1.1 Unified Foundational Ontology

Jedním ze standardů, který definuje jednu ucelenou základní ontologii, je právě Unified Foundational Ontology (UFO). Vznik této normy podpořila snaha vytvořit ontologii, která bude využívaná pro strukturální konceptuální modelování. Byla vytvořena týmem profesora Giancarlem Guizzardim a čerpala z již vytvořených formálních ontologií různých odvětví. [5] Ontologie se dělí do tří úrovní podle pojmů, kterými se zabývá [6]:

- UFO-A: Ontologie zabývající se aspekty strukturálního konceptuálního modelování založené na čtyřech kategoriích – teorie typů a taxonomie struktur spojené s teorií identifikátorů, vztah částí a celku, vnitřní vlastnosti a atributy, konkrétní relační vlastnosti a vztahy;
- UFO-B: Ontologie zabývající se událostmi a procesy
- UFO-C: Ontologie zaměřená na sociální aspekty, opírající se o UFO-A a UFO-B

2.3 Unified modeling language

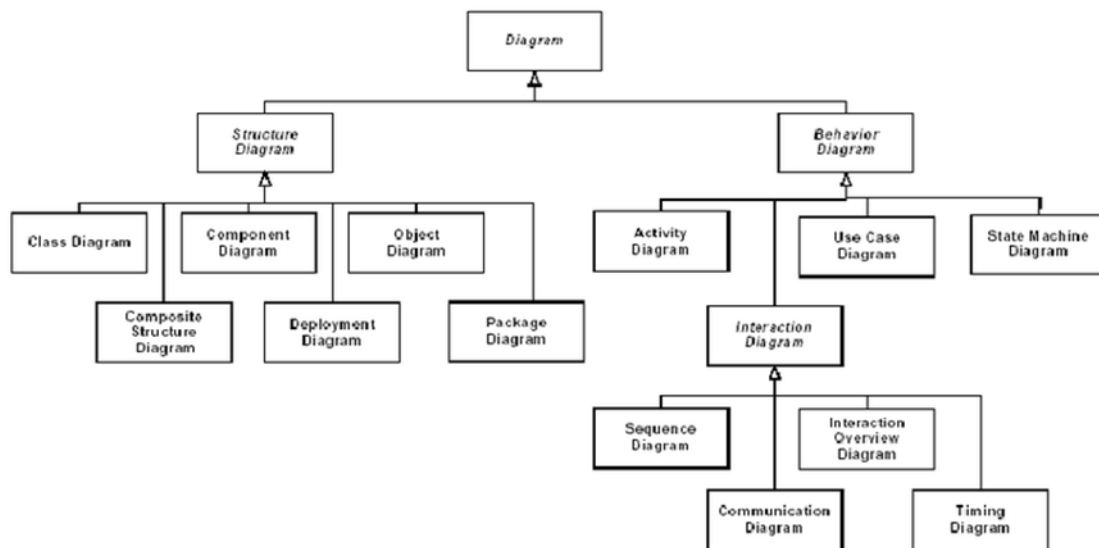
Unified modeling language (UML) je jedním z nejznámějších a univerzálních modelovacích jazyků popisujících, jakým způsobem vytvářet modely za pomoci převážně diagramů a dalších prostředků [7]. Dnes je převážně využíván pro analýzu domény, návrh samotného softwaru a i pro jeho konečnou implementaci. [5]

Za jeho vytvořením stojí dvojice Grady Booch a Jim Rumbaugh ke kterým se následně připojil Ivar Jacobson. Zprvu byl zamýšlen pro objektivně orientované modelování a po roce 1997, kdy konsorcium Object Management Group tento jazyk standardizovala, následovalo mnoho verzí, které ho ztvárnily do dnešní podoby. [7]

UML standard v dnešní podobě je složen ze spousty grafických notací pro různé diagramy. Notace je soubor objektů, ze kterých lze vytvořit výsledný model, a popis postupu, jak model s o objekty vytvářet. Všechny diagramy obsažené v UML standardu můžeme rozdělit na strukturální a behaviorální, jejich strukturu vyjadřuje 2.1.

2.3.1 UML Class diagram

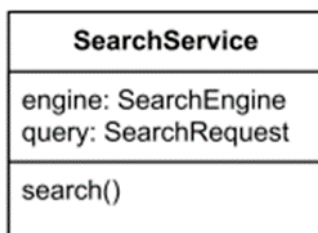
Mezi základní notace zahrnujeme UML Class diagram sloužící pro návrh databázového systému. UML Class diagram byl také inspirací pro OntoUML notaci – jazyk pro konceptuální modelování. Je jedním ze strukturálních diagramů popisujících základní artefakty domény. Pod těmito artefakty si lze představit systémové třídy, relace mezi nimi a jejich charakterizující atributy. [7]



■ Obrázek 2.1 UML hierarchie diagramů [8]

2.3.1.1 Třída

Třída reprezentuje obecný klasifikátor pro nějaký určitý pojem. Jedná se převážně o seskupení objektů, jakožto instancí této třídy. Dává těmto objektům klasifikaci určující jejich vlastnosti a vztahy mezi ostatními třídami. Vlastnostmi třídy se především myslí její jméno, atributy, které ji charakterizují, a operace či metody, které ji vnitřně mohou měnit. Atributy třídy mohou být jakékoliv charakterizující pojmy, vyjadřující například výšku člověka, kde člověk je třída a výška je její atribut. Metodami můžeme určit, že ten člověk například vyroste a důsledkem je změna jeho výšky.



■ Obrázek 2.2 Model samotné třídy [9]

Dále je zde možné upřesnit viditelnost vnitřních charakteristik. Mohou být viditelné v rámci třídy, v rámci určitých tříd nebo zděděných. Viditelnost se popisuje zvlášť pro každou vnitřní charakteristiku. [7]

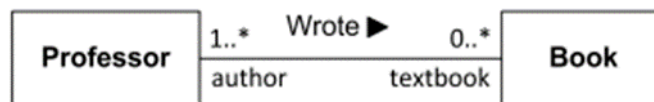
2.3.1.2 Mezitřídní relace

Mezitřídní vztahy jsou v UML převážně kategorizované do asociací, generalizací/specializací a agregací. Existují další relace, ale zde se věnuji převážně těm zmíněným, jelikož jsou nejzákladnější, a tedy i nejdůležitější.

Asociace zachycuje vztah mezi instancemi tříd, objekty. Tato relace však nemusí být čistě mezi dvěma rozdílnými třídami, ale může být i mezi jednou a tou samou třídou. Asociace má tři

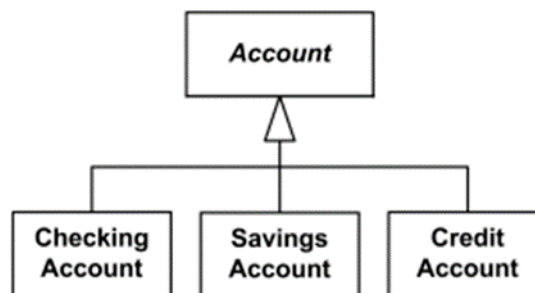
charakteristiky [7] :

- Násobnost – definuje, kolik může být objektů cílové třídy propojeno tou asociací s jedním objektem té druhé třídy; je definovaná pro oba směry asociace; může nabývat čistě jednoho čísla nebo intervalu přirozených čísel s nulou definující minimální a maximální počet;
- Název – název asociace vyjadřuje smysl asociace z pohledu jednoho z objektů;
- Názvy rolí – vyjadřují, jakou roli s touto asociací sehrávají instance jedné třídy s instancemi třídy druhé.



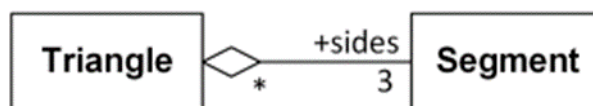
■ **Obrázek 2.3** Asociace mezi dvěmi entitami [10]

Generalizací/specializací se vyjadřuje taxonomie tříd. Specifikuje třídu, která je specializací jiné obecnější třídy. Slouží především k zobrazení dědičnosti, tedy že instance třídy dědí všechny vlastnosti od zděděné třídy – zděděná třída je ta obecnější.[7]



■ **Obrázek 2.4** Generalizace/specializace [11]

Agregace je definovaná jako asociace vyjadřující vztah mezi celkem a částí. Existují dva typy agregací – agregace a kompozice. Agregace jako typ se používá u těch agregací, kdy část není závislá na celku, tedy může být agregovaná do více celků. Kompozice naopak má závislost – může být agregovaná maximálně do jednoho celku.[12]



■ **Obrázek 2.5** Agregace části a celku [13]

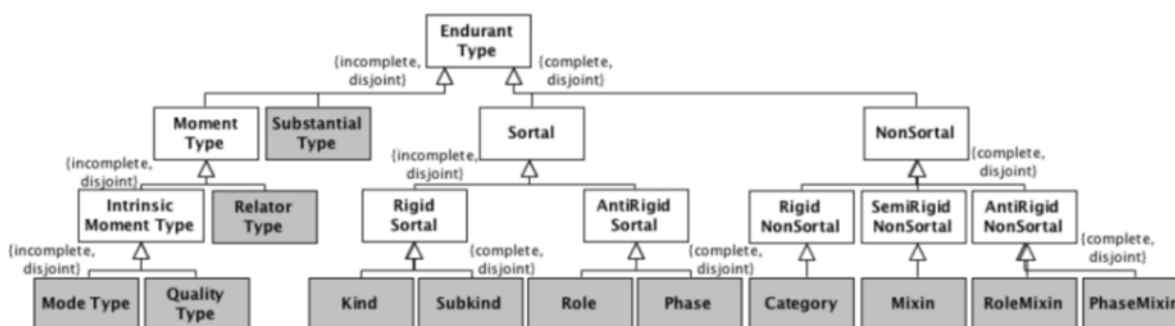
2.4 OntoUML

V této práci se budu převážně věnovat aktuální verzi 2.0, která kategorizuje základní typy způsobem jak uvedeno na 2.6 a čerpám z dokumentů studijního předmětu Konceptuální modelování na Fakultě informačních technologií ČVUT.

OntoUML je modelovací jazyk využíváný převážně pro konceptuální modelování opírající se o ontologii. Byl silně inspirován standardem UML, konkrétně UML Class diagramem, a ontologií

UFO. Základní koncepce OntoUML se opírá o vytvoření modelu popisující přesné vnímání reality, který přinese hlubší porozumění určité domény. [5]

První záminku pro vytvoření takového jazyka přinesl ve své diplomové práci Giancarla Guizzardi v roce 2005, který se převážně zabýval ontologickou analýzou. [5] Posléze vznikla organizace – vědecká skupina – The Ontology & Conceptual Modeling Research Group (NEMO), mezi zakladateli byl i zmíněný Giancarala Guizzardi, která se starala a je tedy zodpovědná za většinu vývoje OntoUML jazyka. [14]



■ Obrázek 2.6 Topologie OntoUML entit [15]

Na 2.6 jsou různé kategorizace Endurant Type – strukturální typ (UFO-A), první úroveň kategorizace shora se zabývá tím, jestli je typ existenčně závislý z ontologického hlediska. Rozdělí tak typy entit na existenčně závislé a existenčně nezávislé. Existenční závislost je definovaná tak, že instance x nějaké entity je existenčně závislá na instanci y nějaké entity právě tehdy, když y musí nutně existovat kdykoliv existuje x . Existenčně závislé typy jsou také ontologicky nazývané jako aspekty a druhá skupina – existenčně nezávislé typy, se nazývají ontologické objekty.

2.4.1 Problematika rigidity a sortality

Rigidita je jedním z pojmů, se kterými pracuje ontologie, a tedy i konceptuální modelování založené na ontologii. Tato vlastnost je přiřazena stereotypům entit, které jsou neměnné – jejich instance jsou v jakémkoliv čase a prostoru instancemi té stejné entity s tím stejným stereotypem. Pro příklad uvedu osobu, která je entitou s rigidním stereotypem – instance osoby v jednom prostoru a čase bude vždy tou osobou v jakémkoliv prostoru a čase.

Vlastnosti spojené s rigiditou jsou rozděleny do více úrovní [3]:

- Rigidní – stereotyp entity je rigidní právě tehdy, když pro každou instanci této entity platí, že v jakémkoliv čase a prostoru je instancí stejné entity a stejného stereotypu (například osoba);
- Anti-rigidní – stereotyp entity je anti-rigidní právě tehdy, když pro každou instanci této entity platí, že v jakémkoliv čase a prostoru už nemusí být instancí této entity (například student);
- Non-rigidní – logická negace rigidní vlastnosti – stereotyp entity je non-rigidní právě tehdy, pokud existuje alespoň jedna instance této entity, která v nějakém čase a prostoru není instancí této entity;
- Semi-rigidní – stereotyp entity, která je non-rigidní a zároveň není anti-rigidní.

Sortal je dalším hlediskem pro kategorizace pojmů. Vyjadřuje o nějakém typu entity, že má princip identity. Princip identity pojednává o způsobu identifikace objektu napříč jeho celým životem. Entita se Sortal stereotypem musí mít právě jednu jednoznačnou identitu. Sortal stereotypy mohou a nemusí poskytovat identitu, avšak pokud ji poskytují, tak jsou zároveň i *identity*

provider. Dále je definován také Non-Sortal – vlastnost stereotypu – jehož entita nemá z pohledu našeho vnímání identitu.

2.4.2 Relace

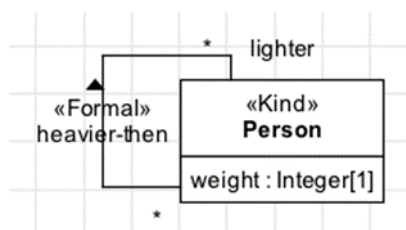
Relace je definována jako vztah mezi dvěma pojmy. Pod těmito pojmy si můžeme představit například objekty, aspekty, ale i samotné relace.

2.4.2.1 Asociace

Nejběžnější relací v OntoUML je asociace. Mezi základní formy asociace řadíme formální a materiální relaci. Pro asociaci je také definovaná násobnost – kolik může být instancí cílové entity propojeno tou asociací s jednou instancí té druhé entity; je definovaná pro oba směry asociace; může nabývat čistě jednoho čísla nebo intervalu přirozených čísel s nulou definující minimální a maximální počet.

2.4.2.1.1 Formální relace

Formální relace vyjadřuje vztah, který existuje z důsledku nějakého odvození – lze ji odvodit z ostatních entit nebo jiných elementů v modelu. Pro příklad formální relace lze uvést „těžší než“ – vyjadřuje to, že nějaká osoba je těžší než jiná osoba, toto odvození vznikne na základě váhy osob.



■ Obrázek 2.7 Model obsahující formální relaci [16]

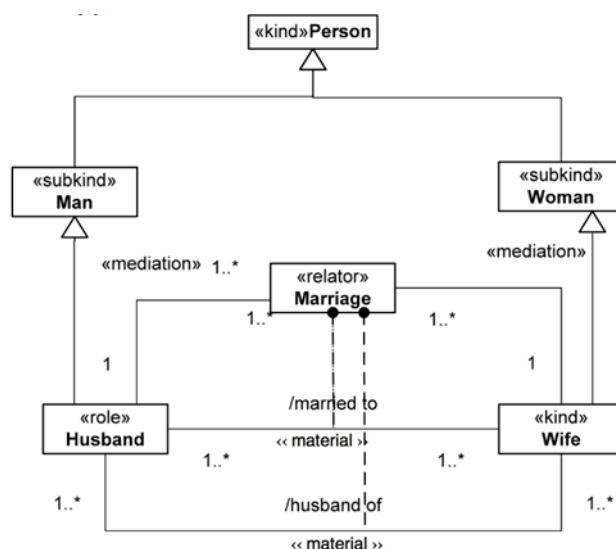
2.4.2.1.2 Materiální relace

Materiální relace je asociací, která jistým způsobem obohacuje obě entity. Pokud je mezi nimi materiální relace, tak jedna strana má určitou závislost na té druhé, nějakým způsobem se mění. Vznik takové relace vždy zapříčiní nějaký skutek, který se nazývá pečetidlo materiální relace – *Relator*. Pro lepší pochopení lze uvést příklad Studenta VŠ. Student VŠ je Role osoby, která má studium na nějaké VŠ. Student VŠ má studium je právě materiální relace a pečetidlo je v tomto případě zápis do studia.

Mediace je relace, která je mezi Relatorem a entitami spojenými materiální relací. Vyjadřuje určitý vztah mezi tou entitou a Relatorem. Pro příklad lze znovu uvést studenta VŠ, který podepsal zápis předmětu. Relace „podepsal“ je právě typem mediace. Dále je možné uvést i odvozenou relaci mezi Relatorem a materiální relací, ke které je pečetidlem.

2.4.2.2 Generalizace

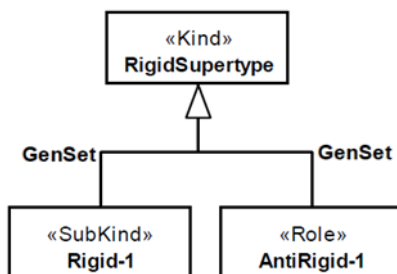
Generalizace je relace, která spojuje právě dvě entity a je také nazývaná specializace. Využívá se především pro určení dědičnosti, kde jedna entita dědí od té druhé atributy, vlastnosti nebo identitu. Entita, která dědí, je *podtypem* té druhé a naopak ta druhá je *nadtypem* té první. Dědičnost je prováděna přes celý řetěz entit. Pokud máme entitu vedoucí katedry, která dědí od



■ **Obrázek 2.8** Model zobrazující materiální relaci, mediaci a relator [17]

pracovníka univerzity, tak také dědí i od těch, od kterých pracovník univerzity dědí, ku příkladu od osoby. Může se tím vytvářet taxonomická struktura, která je například viditelná na 2.6.

Pro generalizaci je také charakterizována množina nadtypu - *generalization set* - specifikující generalizaci. Skládá se ze dvou slov *complete* a *disjoint*. Complete vyjadřuje, že každá instance nadtypu je instancí alespoň jednoho z podtypů. U disjointu se jedná o to, že instance nadtypu nemůže být instancí více než jednoho z podtypů.



■ **Obrázek 2.9** Model generalizace s generalization set [18]

2.4.2.3 Celek a část

Relace celku a části – vyjádření vztahu mezi celkem a jeho částmi je pro modelování reality také jedním z důležitých zobrazení. Před rozdělením způsobu modelování různých situací je potřeba nejdříve definovat určité související pojmy sdílitelnost a povinnost.

2.4.2.3.1 Sdílitelnost a povinnost

Sdílitelnost vyjadřuje to, jestli část je sdílitelná vůči jiným celkům. Pokud není, tak násobnost směrem od části k celku rovna 1 a diamant ve vizualizaci je plný. Jestli je sdílitelný, tak násobnost je vyjádřena rozmezím od 1 výš a diamant je prázdný.

Pokud se podíváme na vztah směrem od celku vůči části, tak povinnost lze rozlišit do tří různých druhů – volitelná, povinná a esenciální:

- Volitelná část – je u celku, kde část nemusí být součástí celku a identita a klasifikace celku se nezmění, pro identifikaci volitelné části se používá násobnost rozmezí od 0 výš;
- Povinná část – u celku znázorňuje situaci, kde celek nemůže část postrádat, ale může být nahrazena jinou instancí té části, identifikace se znovu provádí násobností, zde od 1 výš;
- Esenciální část – znamená, že celek tu část potřebuje, ale zároveň potřebuje přesnou instanci té části, taková situace se modeluje stejnou násobností jak u povinné části a zároveň dodatkovou charakterizací relace – *essential*.

Pro příklad volitelné části lze uvést u auta rezervní kolo, povinná část to může být u auta motor, esenciální části to může být u člověka mozek.

Při pohledu na relaci směrem od části vůči celku lze znovu rozlišit povinnost do tří druhů – volitelná, povinná a neoddělitelnost:

- Volitelný celek – vyjadřuje, že část může existovat i bez celku. Pro identifikaci volitelného celku je používaná násobnost rozmezí od 0 výš;
- Povinný celek – znázorňuje situaci, kdy část nemůže postrádat celek, ale může být nahrazen jinou instancí toho celku, identifikace této povinnosti se označuje násobností, a to rozmezím od 1 výš;
- Neoddělitelnost – znamená, že část nemůže existovat bez toho konkrétního celku. Identifikace neoddělitelnosti se provádí stejně jako u povinného celku a zároveň musí být dodána charakteristika relace pomocí slova *inseparable*.

Příkladem pro volitelný celek může být motor u auta, povinný celek může být srdce u člověka a neoddělitelný celek to může být znovu mozek u člověka.

Esenciální část a neoddělitelnost lze ale z definice použít čistě jen u rigidních typů, pokud jeden z nich není rigidního typu, tak lze použít neměnitelná část (*immutable part*) respektive neměnitelný celek (*immutable whole*).

2.4.2.3.2 Typy agregací celku a částí

Pro stereotyp částí i celku existují z ontologického hlediska různé možnosti a nyní si je zvlášť rozdělíme a určíme jejich typické rysy a vyplývající způsoby modelování.

«Kvantita»

Hlavní charakteristikou stereotypu kvantita (Quantity) je skutečnost, že části jsou stejného typu jako on sám a je maximálně spojitá. Pod maximální spojitostí si lze představit, že zaprvé neexistuje nějaká větší část stejného typu – „větší kvantita“ – a zároveň každá část plynule přechází do další části. Kvantita je rigidní Sortal poskytující identitu a příklad lze uvést například vodu, víno nebo alkohol.

Relace kvantity a nějakého jiného typu je nazývána *containment*, pokud se však jedná o relaci mezi dvěma kvantitami, tak se jedná o *subQuantityOf*. Druhá relace je specifická, jelikož část celku je maximálně spojitá, tak násobnost musí být vždy 1. Dále se vždy jedná o esenciální část a vlastnostmi relace je anti-symetrie, tranzitivita a ireflexivita.

«Kolektiv»

Stereotyp Kolektiv (Collective) je rigidní Sortal poskytující identitu a charakterizuje se tím, že části jsou rozdílného typu jako on sám a hrají v rámci kolektivu stejnou roli. Každou část lze atomicky vyjádřit – kolektiv není nekonečně dělitelný. Lze ho pochopit jako množinu, která je vymezena sjednocující relací.

Relace mezi Kolektivem a nějakým jiným stereotypem je označována jako *MemberOf*. A násobnost u části musí být minimálně 2. Pokud je relace mezi dvěma kolektivy, pak se jedná o *SubCollectionOf*, kde vždy je neoddělitelný celek – inseparable. Tato relace je také irreflexivní a antisymetrická.

«Funkční celek»

Funkční celek je stereotyp relace, který je nejběžnější z hlediska agregačních typů. Části mají různou roli v rámci celku, ale jsou si navzájem ekvivalentní. Relace je označována názvem *ComponentOf* a je irreflexivní a anti-symetrická.

2.4.3 Ontologické objekty

Ontologické objekty (dále jen „objekty“) jsou kategorií entit, které jsou nezávislé na všem kromě těch entit, kde jsou jejich esenciální částí nebo je jejich neoddělitelnou částí. Nezávislost dvou entit je definovaná tak, že ani jedna není existenčně závislá na té druhé.

Objekty jsou dále rozděleny podle toho, jestli jsou sortal. Podle 2.6 tedy další úrovní kategorizace objektů je sortal a následuje kategorizace dle rigidity. V následujících kapitolách se budu věnovat objektům z pohledu jejich stereotypu.

2.4.3.1 Sortal objekt

Jak bylo zmíněno, tak Sortal objekt musí mít z hlediska vnímání reality právě jednu identitu. Buď jí může sám poskytovat nebo jí může zdědit. Blíže se níže podíváme na jednotlivé stereotypy, ke kterým si uvedeme základní vlastnosti a z nich vycházející principy modelování.

«Kind»

Jedním z hlavních stereotypů je Kind – rigidní Sortal poskytující ontologickou identitu. Z této charakteristiky tedy platí, že nemůže jinou identitu zdědit od jiné entity, tedy entita se stereotypem Kind nemůže být nadtypem jiného Kind. Zároveň také platí, že Kind nemůže být nadtypem Non-Sortal, jelikož ten nemůže mít identitu, a tedy jí nesmí zděděním získat. Příkladem entity se stereotypem Kind je osoba, semestr.

«SubKind»

Subkind je charakterizován jako rigidní Sortal. Je velmi podobný stereotypu Kind – jeho jméno je také obsaženo v názvu SubKind – avšak sám o sobě neposkytuje identitu – není tím identity providerem. Jelikož je Sortal, tak musí být podtypem právě jednoho identity providera. Příkladem entity tohoto stereotypu je muž dědicí identitu od osoby, letní semestr dědicí identitu od semestru.

«Role»

Jedním z anti-rigidních Sortal je Role vyjadřující určitou vnější specializaci rigidní entity, které je podtypem. Jelikož je tento typ sortal, tak musí být podtypem právě jedné entity, jejíž stereotyp poskytuje identitu. Zároveň platí, že Role musí mít povinný vztah – podléhá relační existenci. Pro příklad mohu uvést studenta VŠ, který dědí identitu od osoby a má minimálně jedno studium na VŠ.

«Phase»

Phase je anti-rigidní Sortal vyjadřující určitou vnitřní specializaci nějaké rigidní entity, která je nadtypem. Charakterizující Sortal určuje, že entity se stereotypem Phase musí mít právě jednu identitu, jelikož ji Phase neposkytuje, tak musí být podtypem právě jedné, která ji poskytuje. Z toho i plyne, že může být nadtypem stereotypu Phase i Role. Zároveň je nutné, aby zde byla dědičnost z nadtypu v kombinaci disjoint a complete. Příkladem pro stereotyp Phase je například živá a neživá osoba.

2.4.3.2 Non-Sortal objekt

Objekty se stereotypem Non-Sortal nemají z našeho hlediska vnímání identitu. Tato charakteristika je identifikuje jako jakési abstraktní entity, ze kterých entity, které jsou jejich podtypy, získávají obecné vlastnosti. Jelikož instance tohoto stereotypu jsou všechny instance entit, které mohou být podtypy onoho stereotypu, tak jejich identity mohou být navzájem různé.

«Category»

Jedním z rigidních Non-Sortal stereotypů je Category vyjadřující nutné vlastnosti instancí různých entit. Velmi často tvoří nejobecnější kategorizaci stereotypů Kind, SubKind, avšak může být nadtypem všech zmíněných stereotypů v této práci. Zároveň z rigidity a charakteristiky jiných Non-Sortal stereotypů plyne, že nadtypem Category může být buď Category nebo Mixin. Pokud je v modelu použit, tak musí být jasné, že je nadtypem více entit, které mají rozdílné identity.

«RoleMixin»

RoleMixin je anti-rigidní Non-Sortal stereotyp, který je používán převážně pro entity typu Role. Je relačně závislý, tedy musí mít povinný vztah. Sdružuje možné vlastnosti entit se stereotypem Role, které mají rozdílné identity providery, tedy rozdílné principy identity. Zároveň také může být nadtypem samotného RoleMixin.

«PhaseMixin»

Dalším anti-rigidním Non-Sortal stereotypem je PhaseMixin vyjadřující možné obecné vnitřní vlastnosti entit se stereotypem buď Phase nebo Role. Zároveň musí platit, že podtypy PhaseMixinu musí mít rozdílný princip identity – jiného identity providera. PhaseMixin může být také nadtypem samotného PhaseMixin a i RoleMixin.

«Mixin»

Mixin je semi-rigidní Non-Sortal reprezentující obecné vlastnosti nutné pro nějaké entity a možné pro jiné entity. Mixin musí být současně jak nadtypem rigidního typu, tak i nadtypem anti-rigidního typu a zároveň musí platit, že podtypy mají rozdílné identity providery.

2.4.4 Aspekty

Aspekty jsou vždy rigidní Sortal sloužící pro charakteristiku jiných entit. Rozdělují se na intrinsické a relační. Jsou vždy existenčně závislé a každá aspekt sám o sobě poskytuje ontologickou identitu – nemůže být podtypem jiného Sortal typu.

«Quality»

Jedním z intrinsických aspektů je Quality, která je rigidní Sortal vyjadřující měřitelnou veličinu. Jelikož je existenčně závislá, tak je vždy propojená s jinou entitou skrze asociaci characterization.

«Mode»

Mode je rigidní Sortal řadící se mezi intrinsické aspekty. Představují neměřitelné veličiny a jelikož jsou existenčně závislé, tak mají asociaci – characterization – s jinou entitou, kterou nějakým způsobem charakterizují.

«Relator»

Relator je rigidní Sortal a relační aspekt, který se používá především jako pečetidlo materiální relace. Materiální relace z definice spojuje dvě entity, a právě tyto entity jsou propojeny i s Relatorem přes relaci Mediace. Relator tedy blíže upřesňuje, co znamená ta určitá materiální relace, například za jakých podmínek vzniká.

2.5 Procesní modelování

Informace popisující tuto kapitolu jsem čerpal z interních dokumentů předmětu Konceptuální modelování na Fakultě informačních technologií ČVUT a necitované obrázky pochází z mé vlastní tvorby.

Modelování jednotlivých procesů se převážně využívá pro ujasnění všech událostí, náležitostí a rolí v rámci procesu a domén, kterých se proces dotýká. Model procesu je uplatňován v analýze, která následně může daný proces nebo celou doménu nějakým způsobem optimalizovat a tedy zefektivnit. Vizualizace procesu a vlastně jeho průběhu umožňuje jednodušší pochopení jednotlivých částí, to může zapříčinit méně chyb, které se mohou během probíhajícího procesu stát.

2.5.1 Proces

Definice procesu dle českých technických norem vystihuje přesně to, co od pojmu proces lze očekávat - „*Proces je soubor vzájemně souvisejících nebo vzájemně působících činností, které přeměňují vstupy na výstupy.*“ [19]. Pro proces lze identifikovat vícero charakteristik, mezi základní lze zařadit:

- Opakovatelnost – je-li proces standardizován, tak můžeme říct, že průběh procesu je vždy stejná;
- Má svého zákazníka – proces k něčemu a pro někoho slouží;
- Má svého vlastníka – za průběh a kvalitu procesu odpovídá nějaká osoba;
- Má výstup – pokud se proces dokončí, má vždy nějaký výstup přeměněný ze vstupu;
- Má jasné hranice – má určené, čím přesně začíná a kam až jeho průběh sahá;
- Má své měřitelné parametry – lze zjistit různé informace o jednotlivých událostí v rámci průběhu procesu (kvalita, náklady, doba)
- částí, to může zapříčinit méně chyb, které se mohou během probíhajícího procesu stát.

2.5.2 BPMN

Existuje mnoho standardů, které normalizují modelování procesů. Jeden ze snadno čitelných a zároveň pochopitelných je právě Business Process Model & Notation (BPMN). Jedná se o notaci pro grafický modelovací jazyk podnikových procesů, který rozvíjí konsorcium Object Management Group (OMG).

BPMN lze používat pro různé úrovně procesního modelování:

1. Úroveň – jedná se o čistě jednoduchou aplikaci pro netechnicky orientované uživatele
2. Úroveň – zaměřuje se už na technické detaily – využívaná technicky zdatnějšími jedinci
3. Úroveň – spustitelný BPMN – jedná se už o proces, který kontroluje procesní stroj – je „dirigentem“ v rámci procesu

BPMN notace je svými prostředky rozsáhlá a já se zde budu věnovat čistě základním principům a elementům, kterými lze namodelovat většina procesů. Každý uvedený element lze propojit orientovanou hranou – cestou – která vede jenom jedním směrem a určuje jak proces probíhá.

2.5.2.1 Události

Mezi hlavní pojem se řadí událost užívaná především pro spuštění procesu a jeho ukončení. Existuje více spouštěcích událostí, mezi základní řadíme:

- None – není specifikováno, co ho vyvolává – specifická pro subprocess;



■ **Obrázek 2.10** Počáteční událost None [20]

- Message – spouštěčem procesu je nyní zpráva/signál;



■ **Obrázek 2.11** Počáteční událost Message [20]

- Timer – využívá se především pro naplánované procesy;



■ **Obrázek 2.12** Počáteční událost Timer [20]

- Multiple – může být kombinací více startovacích událostí (nutné je blíže okomentovat).



■ **Obrázek 2.13** Počáteční událost Multiple [20]

Pro ukončení procesu jsou zavedeny čtyři typy událostí:

- None – proces je ukončen a nic více se neděje (může být použit v modelu jen jednou);



■ **Obrázek 2.14** Ukončovací událost None [20]

- Message – proces je ukončen, ale před ukončením je odeslána zpráva;



■ **Obrázek 2.15** Ukončovací událost Message [20]

- Terminate – při dosažení této události je proces i subprocess ukončen;



■ **Obrázek 2.16** Ukončovací událost Terminate [20]

- Multiple – může se využívat například pro poslání dvou zpráv.

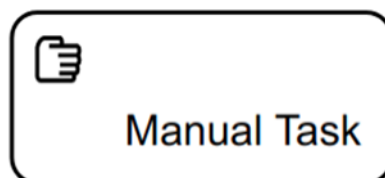


■ **Obrázek 2.17** Ukončovací událost Multiple [20]

2.5.2.2 Aktivity

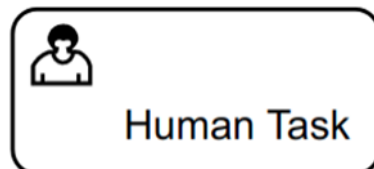
Proces je nejdříve spuštěn a následně může nastávat nějaká aktivita nějaké role. Proces se tak skládá většinou z více aktivit, které jsou vykonávány různými rolami. Aktivity jsou rozděleny podle vykonavatelů:

- Manual Task – jedná se o aktivitu bez spojení s procesním strojem;



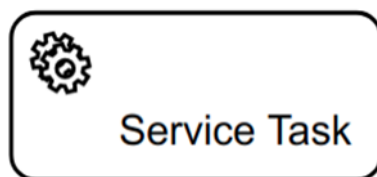
■ **Obrázek 2.18** Aktivita - Manual Task

- Human Task – aktivitu vykonává člověk za pomoci procesního stroje – např. formulář;



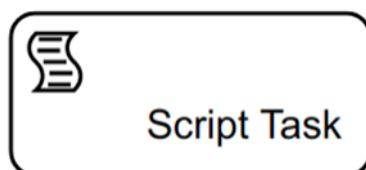
■ **Obrázek 2.19** Aktivita - Human Task

- Service Task – jedná se o automatizovanou aktivitu;



■ **Obrázek 2.20** Aktivita - Service Task

- Script Task – automatizovaná aktivita, která je prováděna přímo procesním strojem.



■ **Obrázek 2.21** Aktivita - Script Task

2.5.2.3 Brány

Pod bránami si lze představit určitý způsob větvení, který může mít závislost na předchozích aktivitách. Příkladem lze uvést schválení procesu (aktivita) a následnou bránu, která rozdělí cestu na dvě další, podle toho, jak dopadlo schválení procesu. Pro brány je typické, že pokud vznikne rozvětvení nějakou bránou, tak musí dojít i ke spojení tou stejnou bránou. Mezi základní brány v BPMN jsou zařazeny:

- Parallel (AND) brána – všechny cesty pokračují;



■ **Obrázek 2.22** Parallel (AND) brána [20]

- Inclusive (OR) brána – podmínky se navzájem nevylučují;



■ **Obrázek 2.23** Inclusive (OR) brána [20]

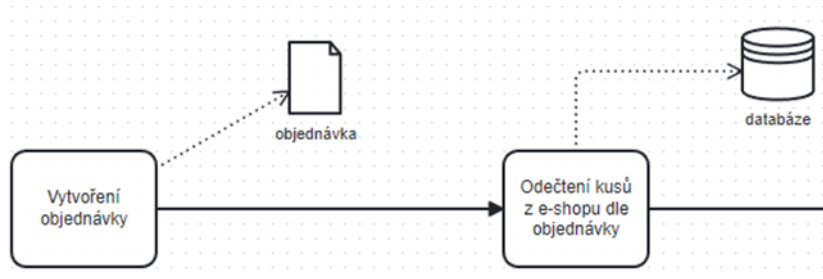
- Exclusive (XOR) brána – jenom jedna cesta je vybrána – většinou jsou spojovány s aktivitami předešlými a zde dochází k rozvětvení/spojení.



■ **Obrázek 2.24** Exclusive (XOR) brána [20]

2.5.2.4 Data objekty a Data uložení

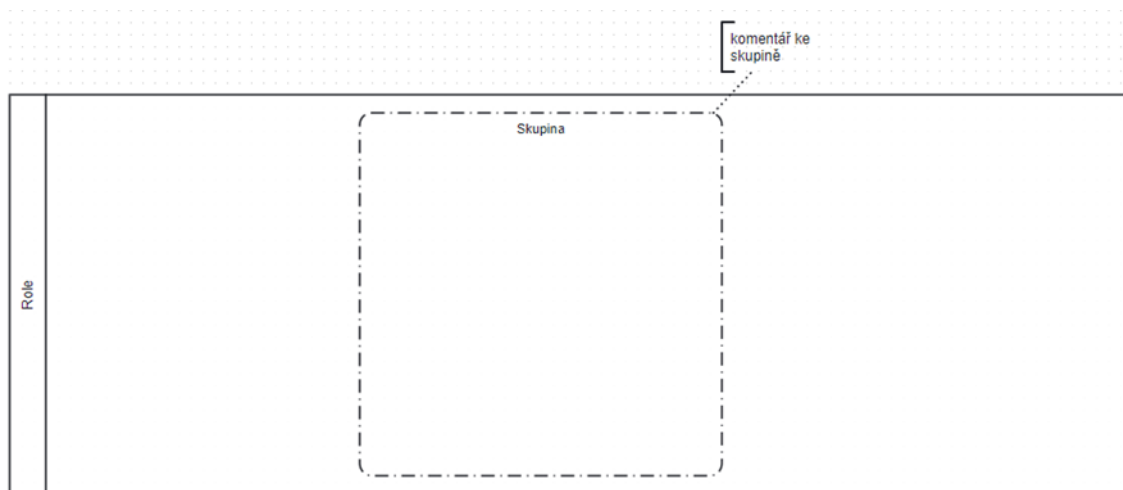
Pro vizualizaci, že se vytváří nějaká dočasná data, tak lze využít Data objekt, který je viditelný pro ostatní elementy procesu nebo podprocesů.



■ Obrázek 2.25 Data objekt a data uložení

2.5.2.5 Role, anotace a skupiny

Aktivita v rámci procesu lze rozdělovat do rolí, podle daného vykonavatele. Dále je vhodné využívat různé anotace pro upřesnění určité cesty v bráně nebo kdykoliv, jakmile může dojít ke zmatení při snaze pochopit model procesu. Skupiny jsou stejné jako anotace, neovlivňují žádným způsobem proces, jen upřesňují nebo doplňují pro snazší pochopení.



■ Obrázek 2.26 Role, skupina a komentář

2.6 Teorie Normalizovaných systémů

Informace pro toto téma čerpám z dokumentů předmětu Normalized Software Systems na Fakultě informačních technologií ČVUT a věnuji se převážně základům, které slouží pro praktickou část.

V současné dynamické době je pro podniky a obecně organizace složité se vypořádat s různými přicházejícími změnami. Nejedná se čistě jen o samotnou organizaci, ale i o jejich jednotlivé softwarové aplikace. Způsob, jakým se dokážou k těmto změnám postavit určuje jejich vývojovou schopnost. Změny ale nejsou jediné problémy, které musí vyřešit, mezi další nezanedbatelné výzvy určitě můžeme zahrnout jejich rostoucí velikost a složitosti vnitřní struktury a funkčnosti.

Tyhle další dvě výzvy nejsou snadno zvládnutelné a pro jejich řešení je často navrhována modularita celého systému, která v jednodušším slova smyslu zgranuluje systém na menší a snáze zvládnutelné podsystémy. Díky těmto subsystémům je také požadavek na samotnou evolvabilitu systému z jisté části vyřešen, jelikož jednotlivé moduly mají schopnost se měnit nezávisle na ostatních. [21] Princip modularity je hlavním konceptem využívaný v teorii systémů a její význam a přínosy byly využity v mnoha různých odvětvích, včetně softwarového inženýrství. [22] V softwarovém inženýrství se použila modularita převážně pro datové reprezentace. Struktury, které představují již zmíněná data, mohou však být v rámci celého systému ovlivněny jinými strukturami, a to z velkého hlediska omezuje evoluční schopnost. [23]

Teorie normalizovaných systémů vznikla v závislosti na již zmíněném problému, který se důkladně snažila vyřešit skrze koncepty teorie systémů a zároveň termodynamiky. Její aplikace vede softwarové inženýry k důkladnému návrhu evoluční modularity. Oblast působení a použití této teorie však nesahá čistě jen pro návrh systému, ale má velký potenciál i pro jiné aplikační oblasti. [24, 25]

2.6.1 Kombinatorický efekt

Za cílem evolučních softwarových architektur teorie Normalizovaných systémů (dále jen „NS“) definuje tzv. kombinatorický efekt vyjadřující změny v rámci modulů tvořící celistvost systému. Kombinatorický efekt závisí na jak velikosti systému, tak i na provázanosti jednotlivých modulů. Vyskytující se kombinatorický efekt v systémech znamená, že úsilí potřebné k provedení stejného druhu změny je s postupem času stále složitější. [25]

Tento koncept dle teorie systémů velmi souvisí se stabilitou systému, která je považována za základní vlastnost systému. Pro stabilitu platí, že omezená vstupní funkce by měla vždy vést k omezené výstupní funkci. Avšak to nám říká, že omezená množina změn by měla vést k omezenému dopadu na systém. Z této úvahy o stabilitě systému nám vyplývá, že dopad změn by neměl záviset na velikosti systému, ale pouze na druhu provedené změny – proto se musí zabránit kombinatorickým efektům. Normalizované systémy založené na NS teorii jsou definovány tak, že vykazují stabilitu a zároveň postrádají jakékoliv kombinatorické efekty vůči změnám, které mohou nastat. [25, 26]

2.6.2 Čtyři teoremy teorie NS

Teorie NS navrhuje čtyři teoremy, kterými se musíme držet, pokud chceme získat normalizovaný systém – systém bez kombinatorických efektů a systém, který je z pohledu teorie systémů stabilní [26]:

- Oddělení obav – uvádí, že každá procesní funkce musí řešit právě jednu úlohu – musí řešit právě jen jednu obavu, která je definovaná jako *change-driver* (vyvolavatel změn);
- Transparentnost verzí dat – uvádí, že struktury reprezentující data mohou mít více verzí bez možného dopadu na procesní funkce, které je používají nebo je produkují – jinými slovy struktury je možné aktualizovat bez dopadu na funkce a funkce by měly mít zdání o verzích struktur;
- Transparentnost verzí akcí – uvádí, že procesní funkce mohou mít více verzí bez možného dopadu na procesní funkce, které je využívají – jinými slovy procesní funkce je možné aktualizovat bez dopadu na procesní funkce a tedy procesní funkce by měly mít zdání o verzích procesních funkcí;
- Oddělení stavů – funkce volaná v rámci jiné funkce musí zaručit, že po vykonání bude systém v předpokládaném stavu – akce v rámci workflow systému, by měly být separované na základě vlastních stavů a volány s přihlédnutím k jejich stavu. [25]

Pro každý tento teorém je formálně dokázáno, že jakékoliv nedodržení vede ke kombinatorickým efektům. [25, 26] V praxi při návrhu systému je následně doporučeno vytvořit systém, který je co nejvíce granulovaný jednotlivými moduly.

Praktická část

Před samotným návrhem systému, který bude sledovat změny v sylabech studijních předmětů (dále jen „předmětů“), je užitečné si nejdříve určit, co vlastně sylabus je. Jaké entity ho znázorňují a které ho ovlivňují. Vytvořit si základní koncept, který bude definovat sylabus předmětu. K tomu nám slouží konceptuální model. Na základě definovaných faktorů změn (change-driverx) můžeme vytvořit modely procesů, které budou znázorňovat, jaké změny proběhnou na sylabu předmětů při určité události. Tyto modely nám umožní lépe pochopit systém a znázorní, jakým způsobem a za jakých podmínek je systém ovlivněn.

3.1 Popis a analýza sylabu předmětů domény

Analýzu domény jsem iterativně prováděl ve spolupráci s Ing. Michalem Valentou, Ph.D., který na Fakultě informačních technologií ČVUT zastupuje pozici vedoucího katedry, garanta specializace jak u magisterského, tak i u bakalářského programu, je členem rady studijního programu a správcem systému pro tvorbu akreditačních materiálů. Dále jsem využil dokumenty, které v rámci ČVUT definují různé procesy a pojmy závislé na mou práci. [27, 28, 29]

Dříve, než začneme s návrhem samotného systému, tak je nutné popsat a následně zanalyzovat doménu, která je v úzkém propojení s daným systémem. Popis a analýza je základním kamenem následného modelování a pokud tyto kroky nebudou provedeny kvalitně a výstižně, tak může vzniknout technický dluh, který bude v pozdější době těžké odstranit. Je proto velmi důležité tuto základní fázi nepřehlížet a věnovat jí více času.

3.1.1 Popis domény

Popis domény zahrnuje sběr informací o určité oblasti, jako jsou procesy, aktéři, prostředí, jednotlivé entity a jejich vazby, cíle a problémy. Cílem popisu domény je získat základní povědomí o této oblasti a vytvořit si tak ucelený pohled na její klíčové prvky. Popis domény může být získán z různých zdrojů informací, jako jsou výzkumy, rozhovory s odborníky nebo zákony.

Pro samotný popis neexistuje specifická struktura, kterou by měl obsahovat. Závisí vždy na určité doméně, kterou popisuje. Vždy by ale měl obsahovat stručný popis systému a věcné vyobrazení struktury dat, ze kterého je patrné, jaké objekty jsou v doméně obsaženy a jaké jsou jejich závislosti na ostatních potažmo vztahy s ostatními.

3.1.1.1 Syllabus předmětu

Vyučované předměty na vysokých školách mají učební plán předmětu (Syllabus) obsahující nejzákladnější informace, který tento předmět popisují. Systém pro reprezentaci sylabů zohledňuje jak zmíněné sylaby, tak i všechny entity, které je ovlivňují, a tedy i vytvářejí.

Základní strukturou vysokých škol je studijní program, ucelený plán vzdělávání, který je vytvářen fakultou a je akreditovaný na určité období. Studijní program se dále dělí na specializaci/obor specifikující zaměření určitého studijního plánu, jenž je zajišťován katedrou. Nakonec samotný studijní plán je tvořen skupinami předmětů, které se skládají z už zmíněných předmětů. Skupina předmětů má vždy přiřazenou roli, která se skládá z povinnosti a typu předmětu a minimální počet kreditů a předmětu, které je potřeba splnit pro její absolvování. Na studijní plán se také mapuje jeden doporučený průchod, který, jak z názvu vyplývá, doporučuje předměty a skupinu předmětů na jednotlivé semestry.

Předmět je vyučován v různých semestrech, které se dále dělí na letní a zimní. Je také vyučován, odprezentován a látka vyzkoušena určitými pracovníky univerzity. Každý předmět musí mít garanta předmětu. Před tím, než předmět vznikne, tak je vytvořen jeho návrh, na základě něho se předmět schvává a teprve poté může být vypsán do semestru. Pokud předmět už není potřebný a neplánuje se jeho vypsání v následujících semestrech, tak je uzavřen.

3.1.2 Analýza domény

Analýza domény je obvykle prováděna jako druhý krok, který vychází přímo z popisu domény. Zahrnuje podrobnější prozkoumání určité oblasti za účelem identifikace různých druhů pojmů a vztahů mezi nimi. Získávání informací pro analýzu je založeno na stejných zdrojích jako je u popisu domény, musí být však důkladnější a obsahově širší.

Struktura analýzy by měla být systematická a její obsahová část musí správně uchopit analyzovanou oblast. Prvně jsem si zvolil tabulkovou formu, kde jsem v krátkosti onen pojem popsal. Následně jsem přešel k analýze jednotlivého pojmu zvlášť a podrobně jsem ho popsal i jeho vztah s ostatními pojmy. Nakonec jsem stejným postupem analyzoval procesy, které mají vliv na samotný syllabus předmětů.

3.1.2.1 Tabulková forma pojmů

■ **Tabulka 3.1** Tabulka zobrazující jednotlivé pojmy s jejich jednoduchým popisem

Název pojmu	Popis
Studijní program	Plán vzdělání na určité časové období, je dále rozdělen do určitých oborů/specializací
Fakulta	Oborově vymezená část určité univerzity
Akreditace	Oprávnění k určité činnosti
Akreditační autorita	Instituce vydávající akreditaci
Specializace/Obor	Zaměření určitého vzdělání tedy i studijního programu
Forma studia	Způsob studia určitého studijního programu
Jazyk studia	Jazyk studia určitého studijního programu
Studijní plán	Plán, který určuje, co za předměty student musí absolvovat pro absolvování určitého studijního programu
Katedra	Organizační jednotka nebo vědecké pracoviště vysokoškolských fakult.
Vedoucí katedry	Osoba, která provádí velkou část procesů spojené právě s katedrou
Skupina předmětů	Studijní plán se skládá ze skupin předmětů, které především slouží pro shlukování předmětů se stejnou rolí
Role	Přidružená identifikace určité skupiny předmětů
Studijní předmět	Studijní předmět je určitý blok vyučované látky. Je určen sylabem
Vypsáný předmět	Předmět, který je vypsáný v určitém semestru
Doporučený průchod	Doporučený průchod studiem pro určitou specializace/obor nebo studijní program
Semestr	Vyučovací období studia
Pracovník univerzity	Osoba, která má smlouvu s fakultou
Garant předmětu	Pracovník univerzity zajišťující kvalitu určitého předmětu
Garant studijního programu	Pracovník univerzity zajišťující kvalitu určitého studijního programu
Garant specializace	Pracovník univerzity zajišťující kvalitu určité/ho specializace/oboru
Grémium děkana	Poradní orgán děkana fakulty
Rada studijního programu	Poradní orgán garanta studijního programu

3.1.2.2 Analýza jednotlivých pojmů

Analýza jednotlivých pojmů se věnuje zvláště každému pojmu a dopodrobna vysvětluje jeho roli v rámci vysokoškolského vzdělávacího systému na Fakultě informačních technologií ČVUT.

Studijní program

Ucelený plán vzdělávání skládající se ze specializací/oborů. Je vytvářen fakultou a následně akreditován na určité období. Pro něj je také definovaná forma studia, která může být kombinovaná nebo prezenční. Program je vyučován v určitém jazyce, jenž je český nebo anglický jazyk. Každý studijní program má svou radu studijního programu spravující daný program a garanta, který ručí za jeho kvalitu.

Studijní program má neúplný studijní plán sloužící pro studium, která teprve začíná. Pro absolvování studijního programu si musí student zvolit specializaci a absolvovat studijní plán úplný, který se skládá jak ze skupin předmětů studijního programu, tak i ze skupin předmětů pro tu určitou specializaci.

Fakulta

Oborově vymezená část univerzity, která vytváří vlastní studijní program. Pod fakultu spadají katedry. Student studující na této fakultě má i přidružené studium k programu, který je právě vytvořen touto fakultou. Pro fakultu je i určeno Grémium děkana.

Akreditace

Oprávnění k určité činnosti. V našem kontextu se jedná především k činnosti vyučovat určitý studijní program a specializaci. Tedy akreditace se vztahuje pro studijní program a specializaci.

Akreditační autorita

Instituce, která vydává akreditaci na určité období. Tato organizace je v našem případě Národní akreditační úřad pro vysoké školství (NAU) a Rada pro vnitřní hodnocení ČVUT (RVH).

Specializace/Obor

Specializace/Obor je zaměření určitého vzdělání tedy studijního programu. Název Specializace je pro novou akreditaci, stará dobíhající akreditace má stále název Obor, proto je zde abstraktní název uveden ve dvou variantách. Toto zaměření je vytvářeno příslušnou katedrou a za jeho kvalitu ručí garant specializace. Je akreditovaná/ý na určité období. Student, který nastoupí na určitou fakultu nemá na začátku zvolenou žádnou/ý specializaci/obor a po čase si jí/ho volí. Tato volba mu právě přiřadí úplný studijní plán, který je nutný pro úspěšné absolvování i přidruženého studijního programu.

Forma studia

Forma studia udává, jakým způsobem je studium vyučováno. Je přiřazené k určitému studijnímu programu. V našem případě může být forma kombinovaná nebo prezenční.

Jazyk studia

Jazyk studia udává, ve kterém jazyce je dané studium vyučováno. Je přiřazené k určitému studijnímu programu a v našem případě jazyk může být anglický nebo český.

Studijní plán

Je to plán studia, jenž je definován pro určitý studijní program nebo specializaci/obor. Pro studijní program je tento studijní plán neúplný, respektive po jeho absolvování není studium úspěšně dokončeno. Pro úspěšné dokončení studia musí být určena specializace, pro kterou je už studijní plán definovaný jako úplný. Je složen ze skupiny předmětů, které jsou specifické pro specializaci/obor nebo určitý studijní program.

Pro splnění studijního plánu musí student splnit všechny skupiny předmětů přidružené k tomu studijnímu plánu. Každý studijní plán je spjat s doporučeným průchodem.

Katedra

Je to organizační jednotka nebo vědecké pracoviště spadající pod vysokoškolskou fakultu, která vytváří a realizuje vlastní specializaci/obor. Hlavním pracovníkem je vedoucí katedry tvořící prostředníka pro mnoho prováděných procesů v rámci katedry. Katedra především navrhuje předměty, které po schválení fakultou jsou vypsány. Předmět může být následně katedrou uzavřen, pokud už se jedná o předmět z nějakého důvodu nevyužitelný.

Vedoucí katedry

Pracovník univerzity pracující na konkrétní katedře. Je s katedrou úzce spjat, jelikož má na starosti většinu hlavních záležitostí.

Skupina předmětů

Skupina skládající se z předmětů. Je přiřazená k nějakému studijnímu plánu, může jich být více. Jedná se převážně o objekt, který usnadňuje čitelnost studijních plánů a definuje jeho splnění. Má danou roli, minimální počet kreditů a minimální počet předmětů, které ji charakterizují. Tyto tři charakteristiky musí student splnit, aby splnil danou skupinu předmětů.

Minimální počet kreditů znázorňuje, kolik student musí získat kreditů napříč všemi předměty, které jsou ve skupině obsaženy. Pokud například bude mít skupina předmětů tři předměty o šesti kreditech a minimum počtu kreditů bude dvanáct, tak stačí splnit dva předměty z této skupiny. Minimální počet předmětů vyjadřuje, kolik předmětů musí student absolvovat z této skupiny pro

její splnění. Dále je zde poslední složka a to role, která slouží především ke kategorizaci skupiny napříč studijním plánem.

Role

Role je přidružená k určité skupině. Je charakterizovaná typem a povinností předmětu. Typ předmětu může být například předmět programu, specializace/oboru, ekonomicky-manažerský, humanitní atd. Povinnost je definovaná ve třech úrovních – povinný, povinně volitelný, volitelný.

Studijní předmět

Studijní předmět je popsán samotným Sylabem předmětů. Ze začátku je předmět navrhnut katedrou. Pokud splní určité podmínky, tak je schválen grémiem děkana přidružené fakulty – té fakulty, která vytvářela ten studijní program, pod kterým onen předmět má probíhat. Jedna z podmínek je, že schválený předmět musí mít určeného garanta předmětu, který ručí za kvalitu onoho předmětu. Po schválení může být předmět katedrou uzavřen.

Jakmile je předmět schválený, tak je přiřazen do specifické skupiny předmětů podle studijního plánu. Schválený předmět může být i vypsán do určitého semestru. Předmět po schválení může mít i zástupnost jiného předmětu. Ta se odvíjí od toho, jestli se nějakým způsobem nepřekrývá látka předmětu s jiným předmětem. Předmět, který tedy zastupuje nějaký jiný předmět je předmětem zastupujícím a druhý předmět je zastupovaný. Schválený předmět může mít vyučujícího, přednášejícího a zkoušejícího, kteří jsou pracovníci univerzity.

Jak už bylo zmíněno, předmět je popsán sylabem, tedy na schválený předmět se také vážou atributy sylabu – rozsah kontaktní výuky, ECTS kreditní body, způsob zakončení, semestr, semestr (ve kterém by mohl/musí být vyučován), anotace předmětu, osnova přednášek, osnova cvičení, literatura.

Vypsáný předmět

Schválený předmět může být vypsán do určitého semestru. Pokud má závislost na skupinu předmětů, jejichž povinnost role je povinná, tak předmět musí být vypsán v určitém semestru dle sylabu.

Samotný vypsáný předmět může mít i rozdílného garanta předmětu, vyučujícího, zkoušejícího a přednášejícího oproti tomu schválenému předmětu, ze kterého je odvozený.

Doporučený průchod

Každý studijní plán má u určených doporučených průchodů studiem. Skládá se ze skupin předmětů a samotných předmětů, které jsou v jistém smyslu doporučené studovat a absolvovat v určitém semestru.

Slouží především jako návod pro studenta, jakožto optimální řešení pro splnění studijního plánu. Účelem je definovat, jaké skupiny předmětů a jaké předměty by měl student s určitou specializací splnit v rámci určitého semestru.

Semestr

Jedná se o období výuky, během kterého student může absolvovat vypsané předměty. Rozděluje se na letní a zimní. Jeho rozložení je určeno harmonogramem určité fakulty.

Pracovník univerzity

Pracovník univerzity, který má uzavřenou smlouvu s katedrou. Nejedná se čistě jen o zaměstnání, ale i o externího pracovníka, který plní nějakou určitou práci dohodnutou v rámci smlouvy.

Garant předmětu

Pracovník univerzity, který zajišťuje kvalitu schváleného předmětu. Musí mít dostatečné znalosti a vzdělání, které jsou součástí životopisu. Má na starosti především obsah předmětu, tedy

jaká je vyučovaná látka v rámci onoho předmětu a jeho zodpovědnosti jsou úzce spjaty s obecným udržením kvality daného předmět. Může také vedoucímu katedry garantující onen předmět prostřednictvím garanta studijního programu navrhnout změny v personálním zajištění výuky.

Garant studijního programu

Pracovník univerzity, který zajišťuje kvalitu daného studijního programu. Je jmenován děkanem fakulty a musí být akademickým pracovníkem, který má odborné a organizační předpoklady k vykonávání této činnosti. Musí splňovat požadavky dané zákonem č. 111/1998 Sb., o vysokých školách. Řídí a zodpovídá za činnost Rady studijního programu, které je také členem.

Garant specializace

Pracovník univerzity, který zajišťuje kvalitu dané/ho specializace/oboru. Garant specializace musí být akademický pracovník s určitou odborností, praxí a vědeckou činností v této/tomto specializaci/oboru pro kterou/který je garantem. Garant specializace je také členem rady studijního programu.

Grémium děkana

Jedná se především o skupinu lidí, kteří jsou poradními sbory děkana fakulty. Mezi jejich činnosti můžeme zařadit například schvalování návrhů předmětů, které se následně po schválení mohou vypsát do semestru.

Rada studijního programu

Nejméně čtyřčlenná skupina, která je poradním orgánem garanta studijního programu. Jejím předsedou je garant studijního programu, dalšími členy jsou garanti specializací, studenti akademického senátu a zástupci zaměstnavatelů nebo absolventi studijního programu.

Má především na starosti méně podstatné změny studijního programu, které se zabývají zařazeními povinných a povinně volitelných předmětů; změnami v doporučeném průchodu; změny rozsahu, kreditového ohodnocení a způsobu ukončení povinných a povinně volitelných předmětů; změnu garanta specializace.

Děkan fakulty

Pracovník univerzity zodpovědný převážně za jakékoliv akty v rámci fakulty. Mezi tyto zodpovědnosti můžeme například uvést jmenování garanta studijního programu a specializace, jmenování rady studijního programu a možnost zásahu do obsahu vyučované látky určitého předmětu, který je povinný nebo povinně volitelný.

Student VŠ

Osoba, která studuje studijní program na fakultě vysoké školy. Při zápisu se mu vzniká studium na fakultě, které nemá přiřazenou specializaci/obor. Během studia si student VŠ musí zvolit specializaci/obor pro úspěšné absolvování studijního programu.

Studium

Studiu je při vzniku přiřazen studijní plán, který je přiřazen k studijnímu programu, na kterém student VŠ studuje. Po volbě specializace/oboru se změní i studijní plán, který je přiřazen k té zvolené specializaci/oboru.

3.1.2.3 Popis jednotlivých procesů měnící syllabus předmětů

Analýza a popis procesů lze provést jen pokud jsou tyto procesy identifikované. Jejich určení lze uskutečnit tak, že identifikujeme každý change driver v konceptuálním modelu a následně

hledáme každou cestu change driverů přímo od samotného konceptu předmětu a zkoumáme, jestli tato cesta mění samotný sylabus předmětů.

Pomocí analýzy již vytvořeného modelu jsem identifikoval samotné změny, které nějakým způsobem mění sylabus a zároveň jsem je rozdělil do procesů podle jejich průběhu a rolí.

Vytvoření schváleného předmětu

Předmět při svém vzniku je jen nápad nějaké látky, která by se mohla na vysoké škole vyučovat. Látka souvisí s určitou katedrou, která následně bude předmět garantovat. Po kompletním sepsání návrhu předmětu je vedoucím katedry podán ke schválení. Schvalování předmětu má na starosti grémium děkana, které posoudí, jestli předmět schválit nebo ne. Aby navržený předmět mohl být schválený, tak musí splňovat určitá pravidla, kterými se zde podrobně nezabývám.

Pokud se předmět schválí, tak je vytvořen jeho sylabus správcem sylabu a může být vypsán do určitého semestru. Jestli předmět není schválen, tak se návrh vrátí vedoucímu katedry, který dále rozhodne, jestli návrh zahodí nebo ho opraví pro další schválení.

Uzavření předmětu

Předmět ve stavu schválený může být uzavřen vedoucím garantované katedry. Při uzavření se ale musí posoudit, jestli opravdu předmět může být uzavřen. Možné důvody, které by mohly bránit jeho uzavření, závisí především na tom, jestli je obsažen ve skupině, která je povinná nebo povinně volitelná. Je zde více důvodů, které se musí zohlednit, před uzavřením předmětu.

Vypsání předmětu

Schválený předmět může být vypsán v určitém semestru. O vypsání se stará rozvrhář fakulty, který vypíše ten předmět, který je schválený a zároveň má být vypsáný v konkrétním semestru.

Přiřazení garanta předmětu pro vypsání předmět

Schválený předmět a stejný ale vypsání předmět můžou mít rozdílného garanta předmětu. Změnu navrhuje a zároveň provádí vedoucí katedry v součinnosti s garantem studijního programu, pod kterým předmět probíhá. Následně je změna propagovaná do samotného sylabu předmětu správcem sylabu.

Přiřazení vyučujícího/přednášejícího/zkoušejícího pro vypsání předmět

Vypsání předmět může mít rozdílné personální zastoupení oproti stejnému schválenému předmětu. Návrh na takovou změnu podává garant přidruženého předmětu a změnu schvaluje vedoucí katedry garantující onen předmět. Jestli je změna zamítnuta, vrátí se návrh garantovi předmětu pro případné opravení. Ten může změnu opravit a požádat o znovu schválení nebo změny zahodit. Pokud je změna schválená, tak je promítnutá do sylabu předmětu správcem sylabu.

Rozhodnutí o zástupnosti předmětu

Schválený nebo uzavřený předmět může mít zástupnost jiného předmětu. Jedná se buď o to, že předmět zastupuje jiný předmět nebo se zastupují navzájem – ekvivalence předmětů. Rozhodnutí o zástupnosti provádí vedoucí katedry, která garantuje zastupovaný předmět. Poté je změna propagovaná do sylabů obou předmětů správcem sylabu.

Změna rozsahu, kreditového ohodnocení a zakončení předmětu

U schváleného předmětu se může také měnit rozsah, kreditové ohodnocení nebo zakončení. Změnu takového charakteru navrhuje u povinného nebo povinně volitelného předmětu garant studijního programu, člen rady studijního programu, vedoucí garantující katedry nebo garant předmětu. U volitelného předmětu tuto změnu navrhnou stejní lidé kromě člena rady studijního programu.

Projednání a schválení této změny má na starosti rada studijního programu, která po zamítnutí návrh vrací navrhovateli nebo po schválení předává změny správci sylabu, který náležitě

změní sylabus předmětu. Pokud je změna zamítnuta, tak podle odůvodnění navrhovatel buď opraví změny a znovu požádá anebo změny zahodí.

Změna obsahu vyučované látky

U již schváleného předmětu může dojít ke změnám obsahu vyučované látky. Návrh těchto změn může u povinného nebo povinně volitelného předmětu podávat děkan fakulty nebo garant studijního programu. U volitelného předmětu tento návrh podává garant předmětu, vedoucí katedry nebo garant studijního programu. Následně je tento návrh projednán a schválen radou studijního programu. Můžou nastat dvě situace – návrh je schválen nebo zamítnut. Při zamítnutí je návrh vrácen navrhovateli, který jej opraví a znovu požádá o schválení nebo ho zahodí. Pokud je návrh schválen, tak je předán správci sylabu, který změny propíše do sylabu předmětu.

Jakákoliv jiná změna související se sylabem

Jakoukoliv jinou změnu sylabu, která se netýká obsahu látky, personálního zastoupení, garanta předmětu, rozsahu, kreditového ohodnocení, zakončení a zástupnosti navrhuje garant předmětu, vedoucí garantující katedry nebo garant studijního programu, pod kterým předmět probíhá. Následně je návrh projednán a schválen radou studijního programu, která může návrh zamítnout nebo schválit. Při zamítnutí je návrh vrácen navrhovateli a ten rozhodne o dalším kroku. Buď změny opraví a znovu požádá o schválení nebo zahodí. Jestli je návrh schválen, tak je správcem sylabu změněn náležitě sylabus předmětu.

3.2 Konceptuální OntoUML model

Před samotnou tvorbou konceptuálního modelu, je důležité se zamyslet, proč je daný model vytvářen nebo také jinak řečeno, která ontologie ho má znázorňovat. Jelikož lze každá doména ontologicky popsat více způsoby, tak je důležité identifikovat účely a cíle výsledného modelu. Vymezením hranic nám výsledný model bude poskytovat dostatek kvalitních informací pro další chtěné použití.

Poněvadž bude výsledný model využíván k návrhu systému, který bude umožňovat sledovat změny v sylabech předmětů. Je důležité se tedy zaměřovat přímo na samotný koncept předmětu. Vytvořit model, který bude znázorňovat jak samotný sylabus předmětu, tak také všechny možné konstrukty, které ho nějakým způsobem ovlivňují, a tedy i přetvářejí. Samotná ontologie se bude řídit standardem UFO a přímo úrovní UFO-A. Samotný model bude vytvářen v jazyce OntoUML umožňující konceptuální modelování.

Základem je identifikovat všechny pojmy z pohledu konceptů obsažených v doméně a následně určit jejich vlastnosti a vztahy mezi sebou. Na tuto problematiku se v následujících kapitolách podíváme a pro lepší ujasnění si celou tuto doménu rozdělíme na menší modely, které následně spojíme do jednoho velkého.

Výsledný model, který je spojen ze 4 modelů – model předmětu, model studijního plánu, model studijního programu a specializace, model studenta – je rozsáhlým konceptuálním modelem, který je přiložen v příloze dokumentu.

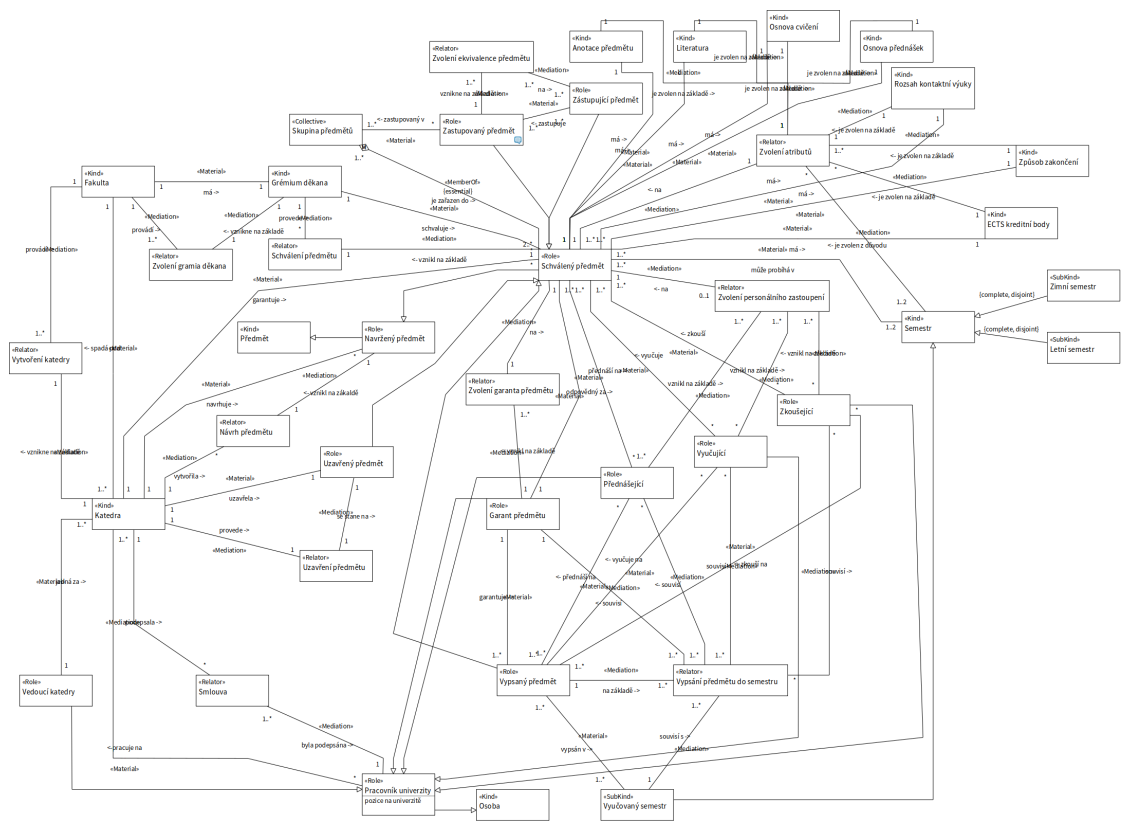
3.2.1 Tvorba konceptuálního modelu

Prvním krokem konceptuálního modelování je identifikace všech pojmů, které následně budou tvořit rigidní strukturu – základní kámen našeho modelu. Tedy takové entity, které poskytují, z našeho pohledu vnímání, identitu, ale také entity, které mají vlastnost rigidity, ale identitu neposkytují a dědí ji od svého identity providera, kterého je pro úplnost nutné také identifikovat. Následně na tuto kostru modelu připojujeme aniti-rigidní sortály, které ze své podstaty nejsou tak stálé, trvanlivé a jasné jako jsou právě rigidní typy entit. Posledním krokem zbývá identifikace non-sortálů vytvářející další úroveň kategorizace.

3.2.1.1 Model předmětu

Z analýzy Syllabus předmětu 3.1.2 vyplývá, že základním rigidním pojmem bude předmět. Na předmět je namapováno spoustu informací pocházející ze syllabu, které jsou také rigidní – rozsah kontaktní výuky, způsob zakončení, ECTS kreditní body, semestr, osoby (garant předmětu, přednášející, zkoušející, vyučující), anotace předmětu, literatura, osnova přednášek a cvičení. Katedra navrhuje předmět, který po schválení je tou stejnou katedrou i garantován. Schválení má na starosti grémium děkana spadající pod fakultu. Jestli je předmět schválen, tak může být i vypsán do určitého semestru. Tedy rigidními pojmy typu Kind jsou předmět, rozsah kontaktní výuky, způsob zakončení, ECTS kreditní body, semestr, osoba, anotace předmětu, literatura, osnova přednášek, osnova cvičení, katedra, grémium děkana, fakulta. Dále je zde letní a zimní semestr typu Subkind a zároveň i vyučovaný semestr, který mezi tento typ také spadá. Předmět patří do určité skupiny předmětů, která je stereotypem Collective.

Předmět je tedy nejdřív navržen, následně schválen a pokud je schválen, tak může být vypsán nebo uzavřen. Schválený předmět může mít také zástupnost, tedy může být jak zastupovaný, tak i zastupující. Dále je zde potřeba identifikovat všechny osoby, které pracují na univerzitě – vedoucí katedry, garant předmětu, vyučující, přednášející, zkoušející. Pojmy, které byly právě pojmenované jsou antirigidní se stereotypem Role.



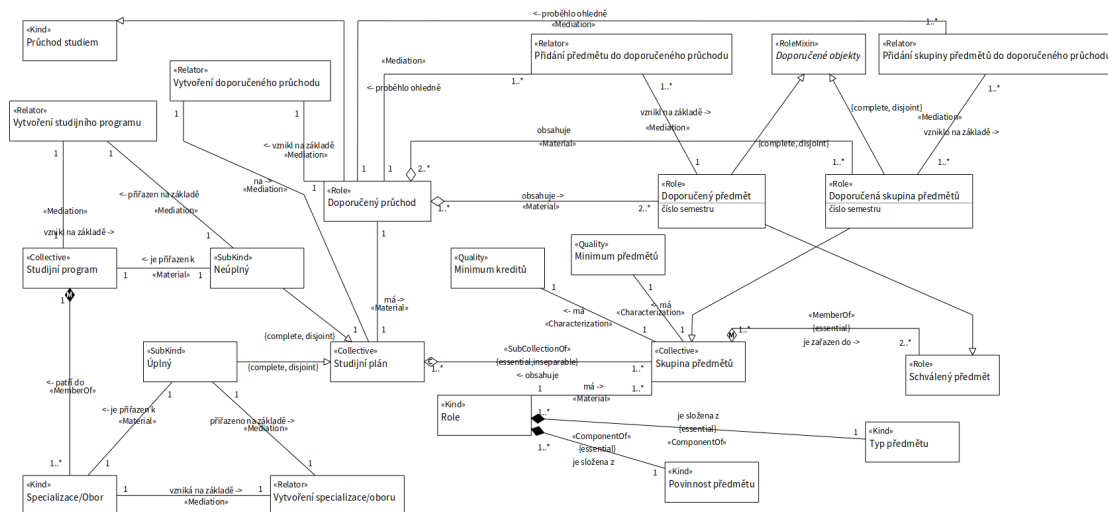
■ Obrázek 3.1 Model předmětu

3.2.1.2 Model studijního plánu

Dalším důležitým prvkem je studijní plán. Každá specializace a studijní program má přiřazený právě jeden studijní plán – specializace úplný studijní plán a program neúplný. Studijní plán se skládá ze skupiny předmětů. V minulém odstavci jsme projednávali model, který se přes

předmět na tento nyní probíraný model váže. Právě předmět je přiřazen ke skupině předmětů, která je charakterizována svojí rolí, minimálním počtem kreditů a předmětů. Sama role se skládá z povinnosti a typu předmětu, které hrají velkou roli v rámci studijního programu. Studijní plán, skupina předmětů a studijní program jsou stereotypy Collective, jelikož jsou složeny z jiných částí, než jsou oni sami a zároveň jejich části zaujímají stejnou roli a dělí se na jednotlivé elementy. Entity – specializace/obor, role, typ a povinnost předmětu – jsou typem Kind. Ještě zbývá úplný a neúplný studijní plán nabývající stereotypu SubKind. Minimální počet kreditů a předmětů jsou dvě entity se stereotypem Quality.

Pro každý studijní plán je vytvořen doporučený průchod, který udává, jaké předměty nebo skupiny by měla osoba studující konkrétní studijní plán absolvovat. Doporučený průchod je stereotypem Role, tedy její identity provider je entita Průchod studiem stereotypem Kind. Doporučený předmět a skupina jsou znovu stereotypy Role a jejich identity jim poskytují již zmíněné entity.

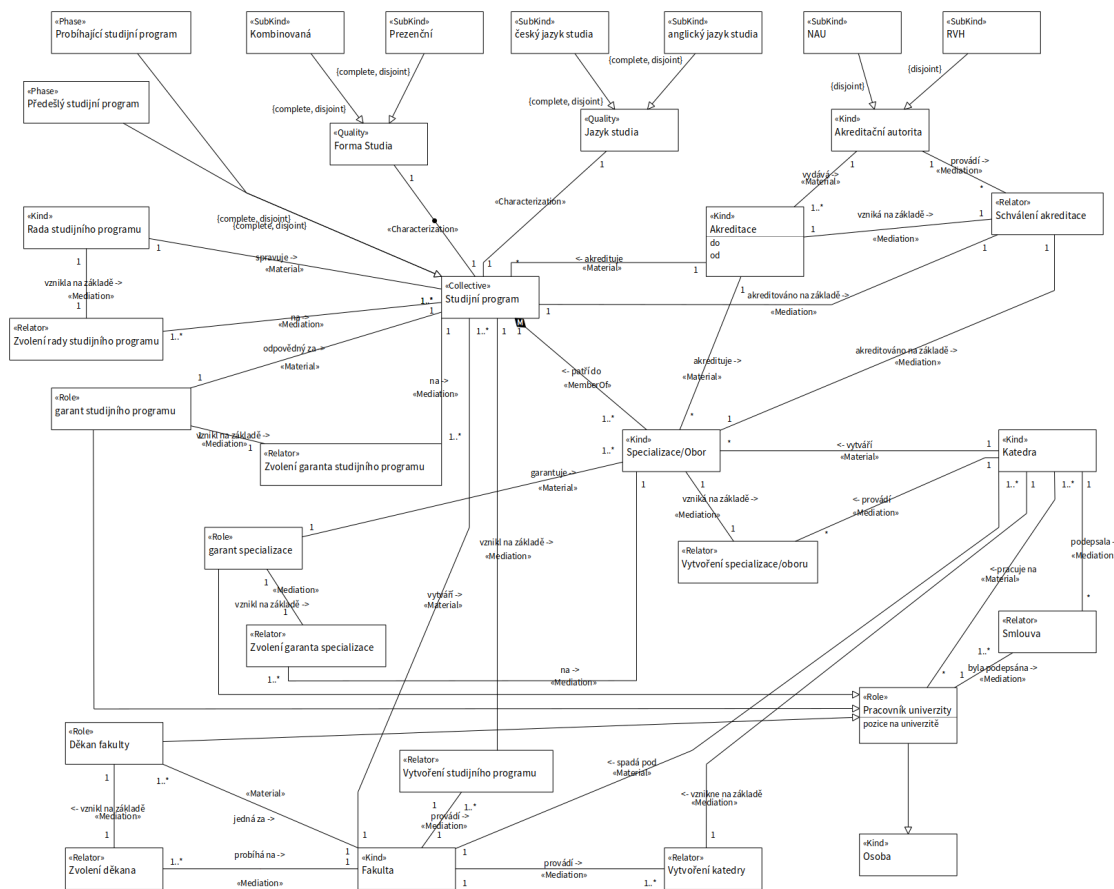


■ Obrázek 3.2 Model studijního plánu

3.2.1.3 Model studijního programu a specializace

Vysoké školy nabízejí studijní programy, např. bakalářský, magisterský; které se dále dělí na specializace/obor vytvářené katedrou. Tyto dvě entity musí být akreditované určitou akreditační autoritou. Rada studijního programu spravuje studijní program a samotná fakulta ho vytváří. Studijní program má určitou formu a jazyk studia. Program i specializace/obor mají vlastního garanta, který je zodpovědný za kvalitu a musí být pracovníkem univerzity. Všechny zmíněné entity – studijní program, specializace/obor, akreditace, akreditační autorita, rada studijního programu, fakulta, katedra – jsou stereotypem Kind. Forma a jazyk studia jsou typem Quality. Dále jsou zde pojmy se stereotypem SubKind – český a anglický jazyk studia a NAU, VRH jakožto akreditační autority.

Studijní program může být právě probíhající nebo předešlý, což jsou stereotypy Phase. Studijní program i specializace/obor musí mít svého garanta. Fakulta má svého děkana. Všichni tyto lidé musí být pracovníci univerzity. Tyto pojmy jsou typem Role a jejich identity provider je Osoba.

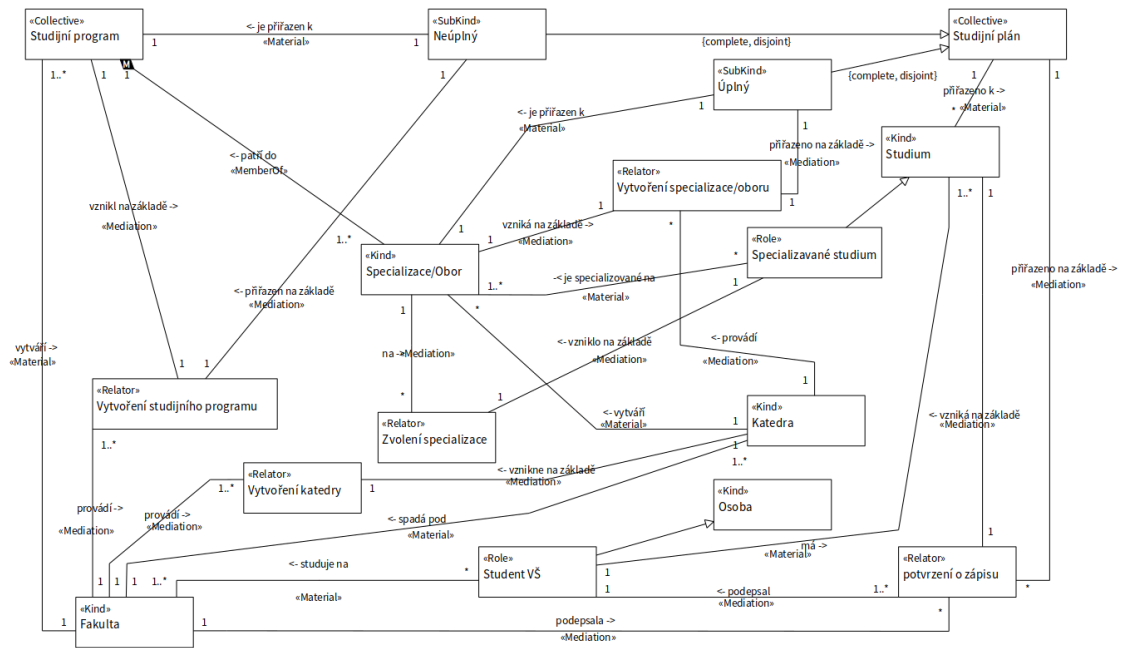


■ Obrázek 3.3 Model specializace/oboru a studijního programu

3.2.1.4 Model studenta vysoké školy

Interaktivní mapa znázorňuje průchod studiem, tedy je dobré mít model pro samotného studenta. Základní entitou je tedy student VŠ, který absolvuje studium na fakultě v určitém studijním programu. Při začátku studia má neúplný studijní plán, jelikož nemá vybranou žádnou specializaci/obor. Po výběru specializace/oboru se mu přiřadí úplný studijní plán. Entity studium, studijní plán, specializace/obor, fakulta jsou typem Kind. A studijní program je Collective. Následně byl identifikován i úplný a neúplný studijní plán, které jsou stereotypem SubKind.

Student VŠ má typ Role, kde identity provider je osoba. Jakmile si student zvolí specializaci/obor, tak vznikne specializované studium, které je stereotypem Role.



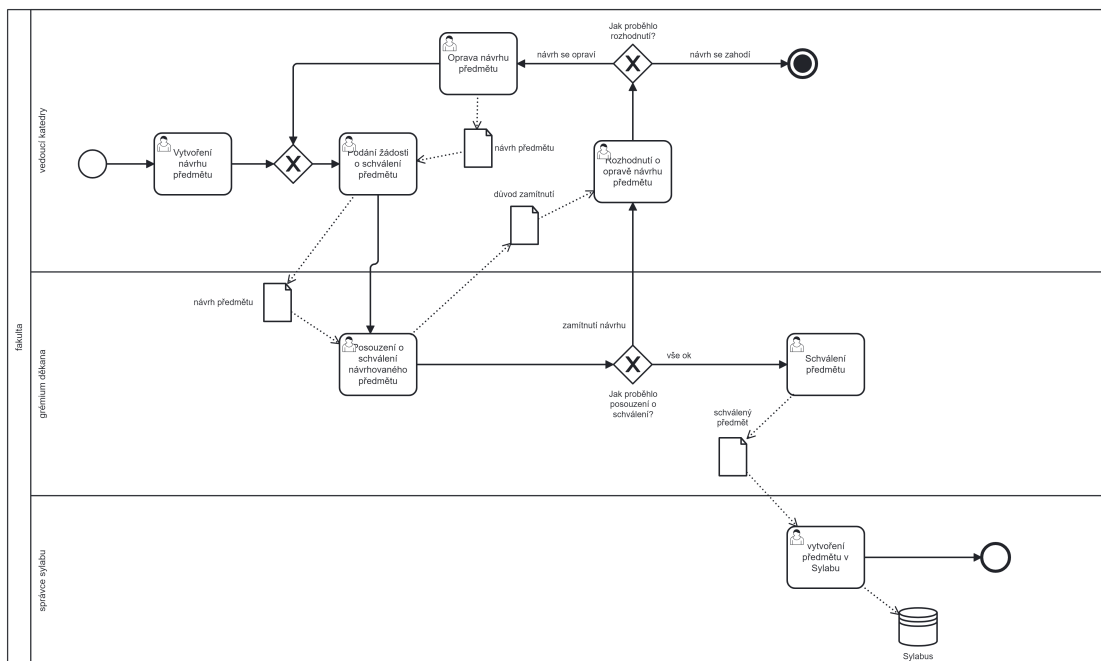
■ Obrázek 3.4 Model studenta VŠ

3.3 Modely procesů

Z analýzy procesů vyplývá, že existuje devět procesů, které nějakým způsobem ovlivňují sylabus předmětů. Vizualizací těchto procesů docílíme snadnějšího pochopení všech zúčastněných rolí a činností přeměňující sylabus.

3.3.1 Vytvoření schváleného předmětu

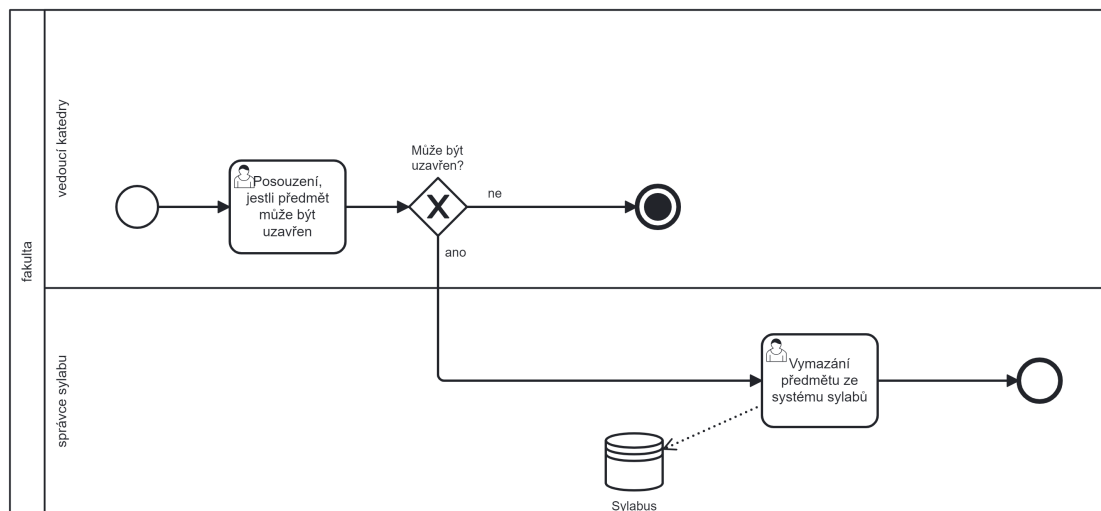
Aktéři zapojení do tohoto procesu jsou vedoucí katedry, grémium děkana a správce sylabu. Proces začíná návrhem předmětu a končí buď jeho schválením a propsáním do sylabu nebo zahazením jeho návrhu.



■ Obrázek 3.5 Proces vytvoření schváleného předmětu

3.3.2 Uzavření předmětu

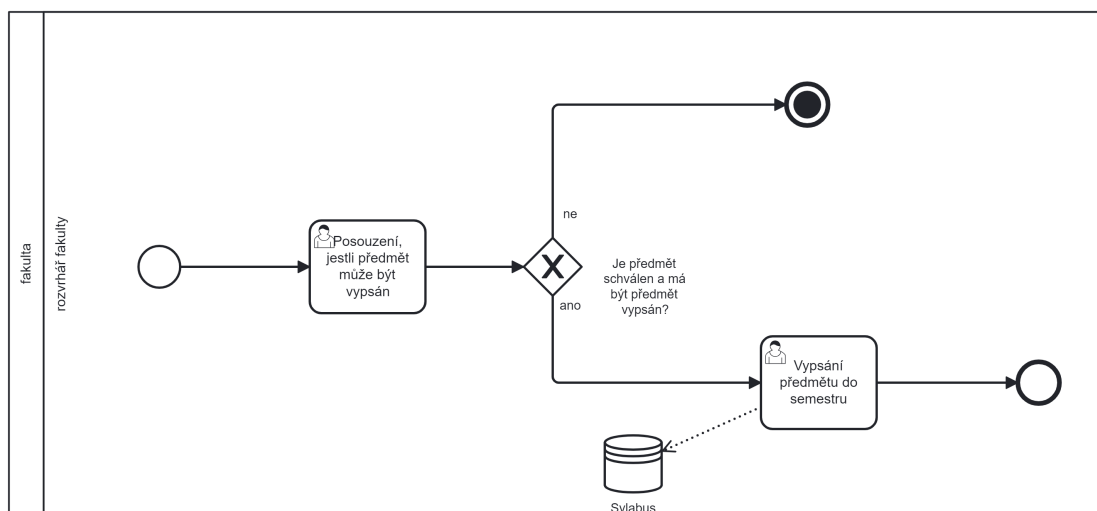
Zúčastněn je vedoucí katedry a správce sylabu. Proces se provádí na schváleném předmětu, který buď uzavřen nemůže být nebo je uzavřen a vymazán ze systému sylabů



■ Obrázek 3.6 Proces uzavření schváleného předmětu

3.3.3 Vypsání předmětu

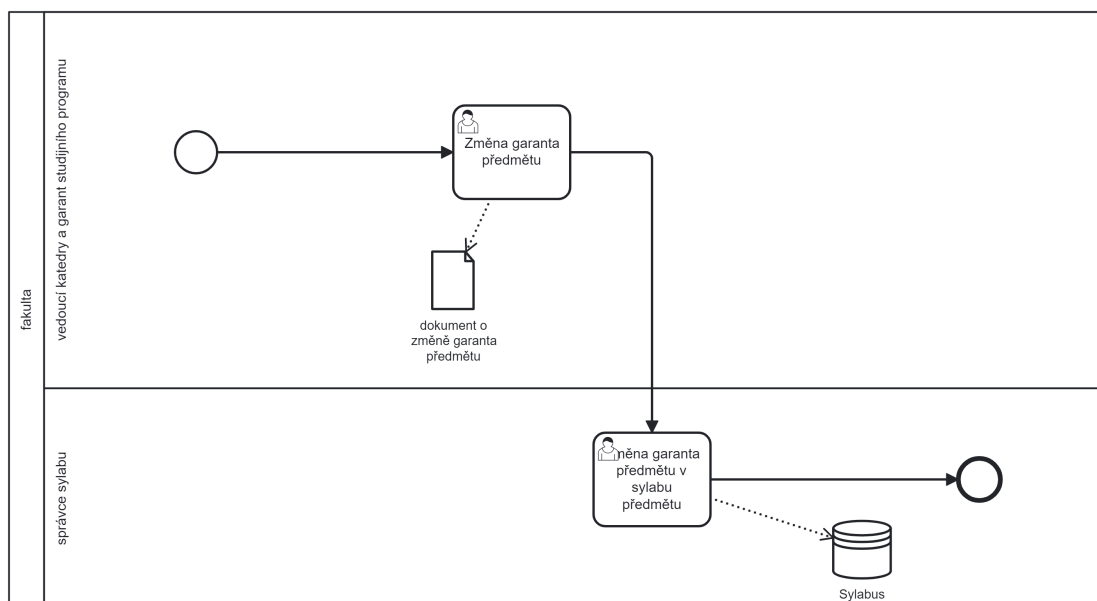
Jedinou zúčastněnou osobou je rozvrhář katedry, který buď vypíše nebo nevypíše schválený předmět.



■ Obrázek 3.7 Proces vypsání schváleného předmětu

3.3.4 Přiřazené garanta předmětu pro vypsání předmět

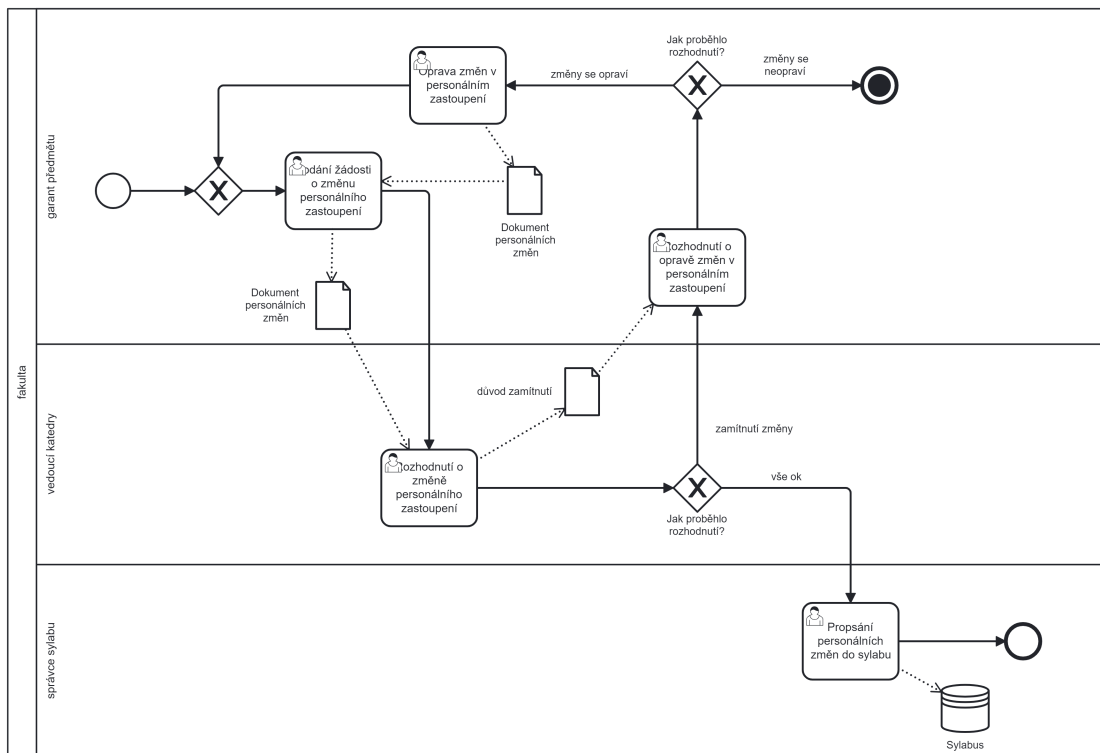
Role tohoto procesu je správce sylabu a vedoucí katedry v součinnosti s garantem studijního programu. Garant vypsaneho předmětu se změní oproti odvozenému schválenému předmětu.



■ Obrázek 3.8 Proces změny garanta předmětu pro vypsání předmět

3.3.5 Přiřazení vyučujícího/přednášejícího/zkoušejícího pro vypsání předmět

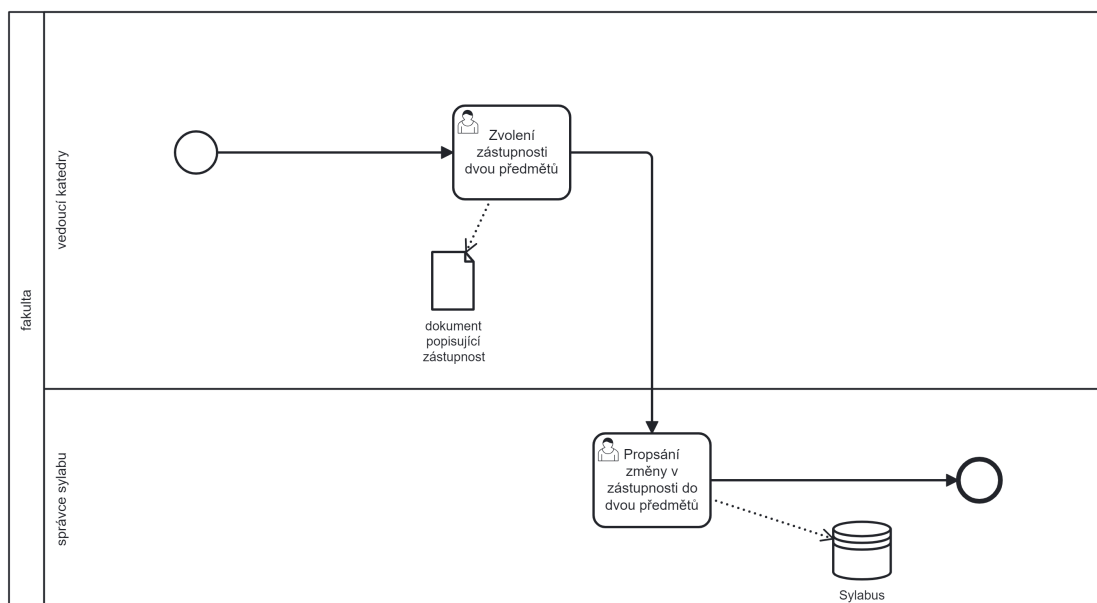
Hlavní aktér je garant předmětu, dále vedoucí předmětu a v poslední fázi správce sylabu. Personální zastoupení vypsaneho předmětu se změní oproti svému schválenému předmětu.



■ **Obrázek 3.9** Proces změny personálního zastoupení pro vypsání předmět

3.3.6 Rozhodnutí o zástupnosti předmětu

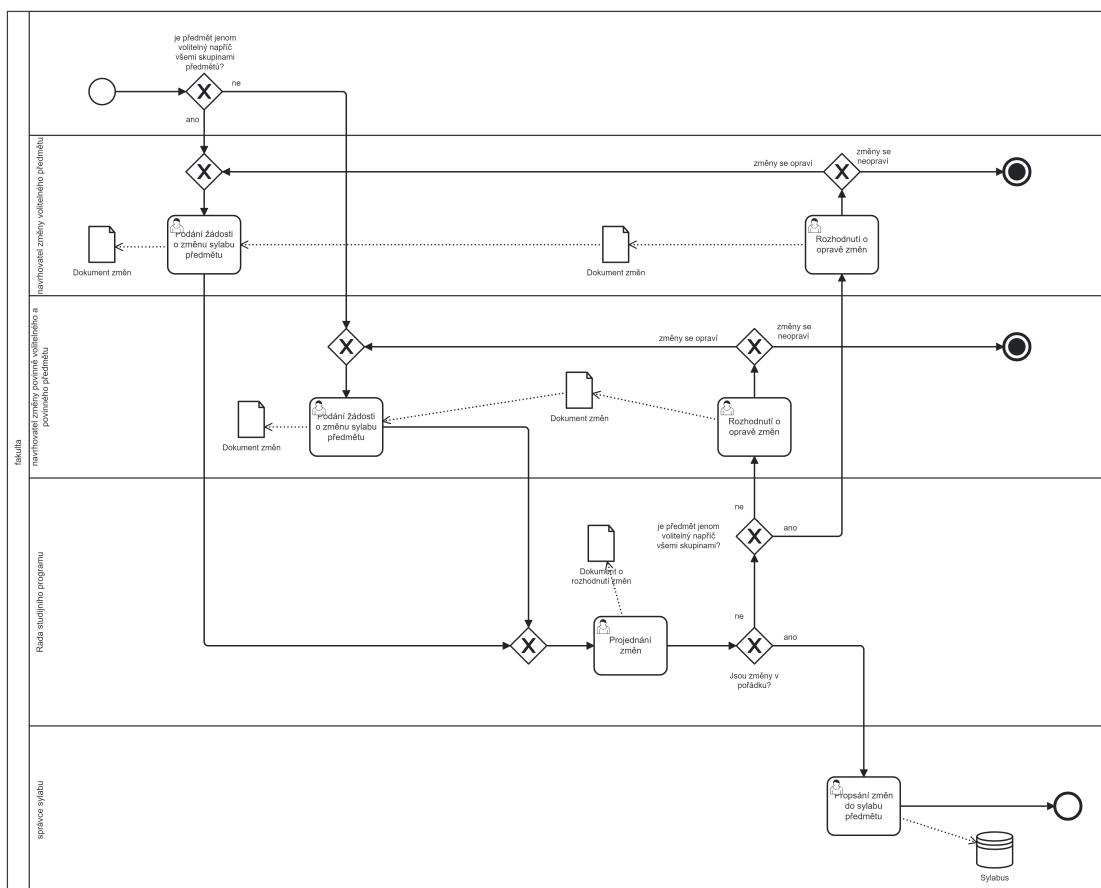
Vedoucí katedry a syllabus předmětu hrají v tomto procesu roli. Dvěma schváleným předmětům se změní zástupnost.



■ **Obrázek 3.10** Proces změny zástupnosti předmětu

3.3.7 Změna rozsahu, kreditového ohodnocení a zakončení předmětu

Pokud je schválený předmět povinný nebo povinně volitelný, tak navrhovatelem změny může být jeden z těchto jmenovaných – garant studijního programu, člen rady studijního programu, vedoucí garantující katedry nebo garant předmětu. Navrhovatel u volitelného předmětu může být buď garant studijního programu nebo vedoucí garantující katedry a nebo garant předmětu. Dále je zde rada studijního programu a správce syllabu. Proces může skončit tím, že se změní rozsah, kreditového ohodnocení nebo zakončení předmětu a nebo tím, že se změny zamítnou a následně zahodí.



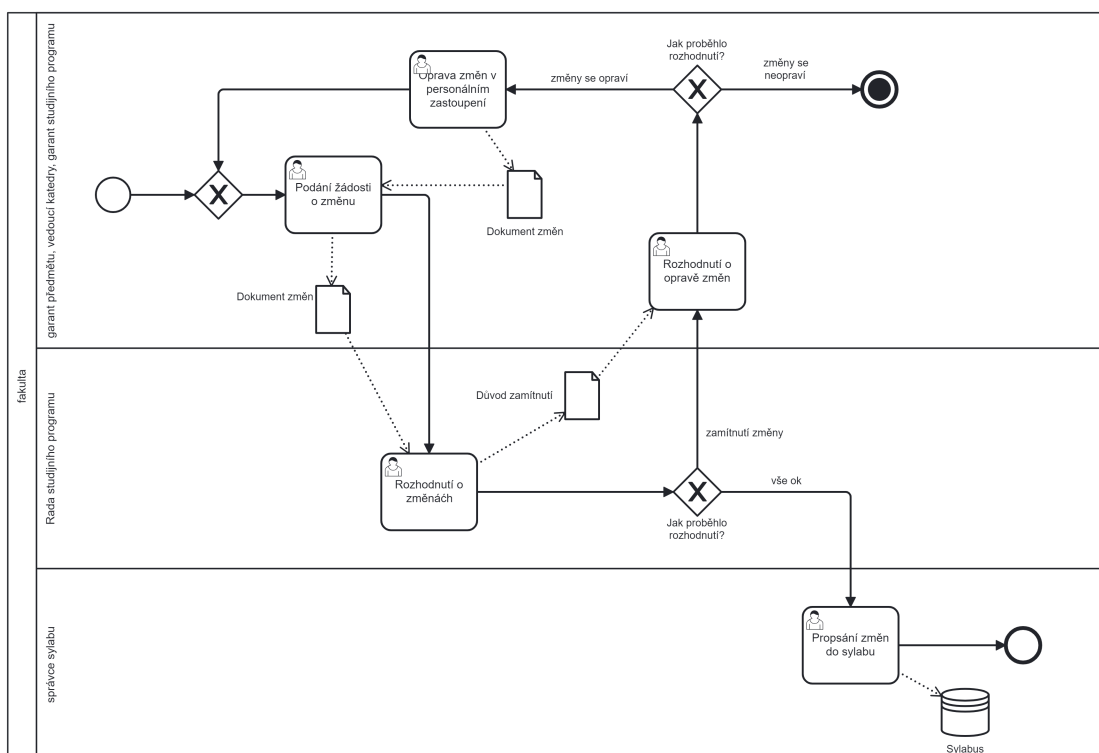
■ **Obrázek 3.11** Proces změny rozsahu, kreditového ohodnocení a zakončení předmětu

3.3.8 Změna obsahu vyučované látky

Tento proces je modelem identický procesu zmíněnému 3.3.7. Avšak navrhovatelem pro povinný nebo povinně volitelný předmět je děkan fakulty nebo garant studijního programu. U volitelného předmětu může návrh podávat buď garant předmětu nebo garant studijního programu a nebo vedoucí katedry. Také je zde rada studijního programu a správce sylabu. Proces je ukončen tak, že se buď změny propíší do sylabu nebo jsou zahozeny a žádná změna se nikam nepromítne.

3.3.9 Jakákoliv jiná změna související se sylabem

Tento model procesu znázorňuje pořadí činností u jiných změn než které byly probírané v ostatních modelech. Tyto změny mohou navrhopvat tito lidé – garant předmětu, vedoucí katedry nebo garant studijního programu. Dále je zde rada studijního programu a správce sylabu. Schválený předmět se může buď tímto procesem změnit a nebo jsou změny zamítnuté a předmět se nezmění.



■ Obrázek 3.12 Proces jiné změny než zmíněných

3.4 Návrh systému

Návrh systému velmi čerpá z analýzy, jednotlivých modelů – konceptuálního a procesních – a převážně zohledňuje jednotlivé teoremy teorie Normalizovaných systémů (dále jen „NS”). Nejzajímavější bude pro návrh systému Model předmětu 3.1, který obsahuje většinu pojmů, který systém musí zohledňovat.

Prvotně bych vyjmenoval všechny pojmy spjaté se syllabem určitého studijního předmětu, u kterých je přímo sledovaná změna:

- Zastupující předmět
- Zastupovaný předmět
- Anotace předmětu
- Literatura
- Osnova přednášek
- Osnova cvičení
- Rozsah kontaktní výuky
- Způsob zakončení
- ECTS kreditní body
- Semestr

- Zkoušející
- Vyučující
- Přednášející
- Garant předmětu

Každý tento pojem je přímo nejjemnějším modulem z pohledu teorie NS. Dále je nutné navázat spojitost těchto pojmů se schváleným předmětem, který se ukazuje přímo mezi předměty mající sylabus. Schválený předmět je z našeho pohledu jen jedna z rolí předmětu, před ním samotným je navržený předmět a konečně předmět, který je hlavní abstrakcí. Ze schváleného předmětu je možné získat i vypsany předmět, který je důležitý i pro sylaby těchto předmětů, jelikož na základě něho se specifikují určití vyučující. Na závěr lze schválený předmět uzavřít – vytvořit z něj uzavřený předmět a oddělit ho tak od předmětů schválených, které mohou být vypsány.

Konceptuální model dále ukazuje, že je nutné zachovat i skupinu předmětů, jelikož musíme rozlišit, v jaké skupině předmětů je zastupovaný předmět zastupován. Dále by bylo přínosné, ale ne nutné zachovat i katedru – zodpovědná za onen předmět a vedoucího katedry, jakožto hlavního aktéra za samotnou katedru – pro zobrazení zodpovědnosti v rámci dané katedry. Pro vytvoření jednotlivých nejjemnějších modulů je dobré přidat i entitu pracovníka univerzity a osobu podle konceptuálního modelu.

Každou tuto entitu, která byla jmenována musíme verzovat, abychom dodrželi druhý teorém z teorie normalizovaných systémů. Pokud má modul asociační vztah s nějakým jiným modulem, tak z pohledu verzí bude mít tento modul verzi, která bude mít přímo vztah na konkrétní verzi či verze toho druhého modulu. To nám umožní předejít nejen nestabilnímu systému, ale také nám sníží riziko toho, že nebudou v systému žádné kombinatorické efekty definované v teoretické části.

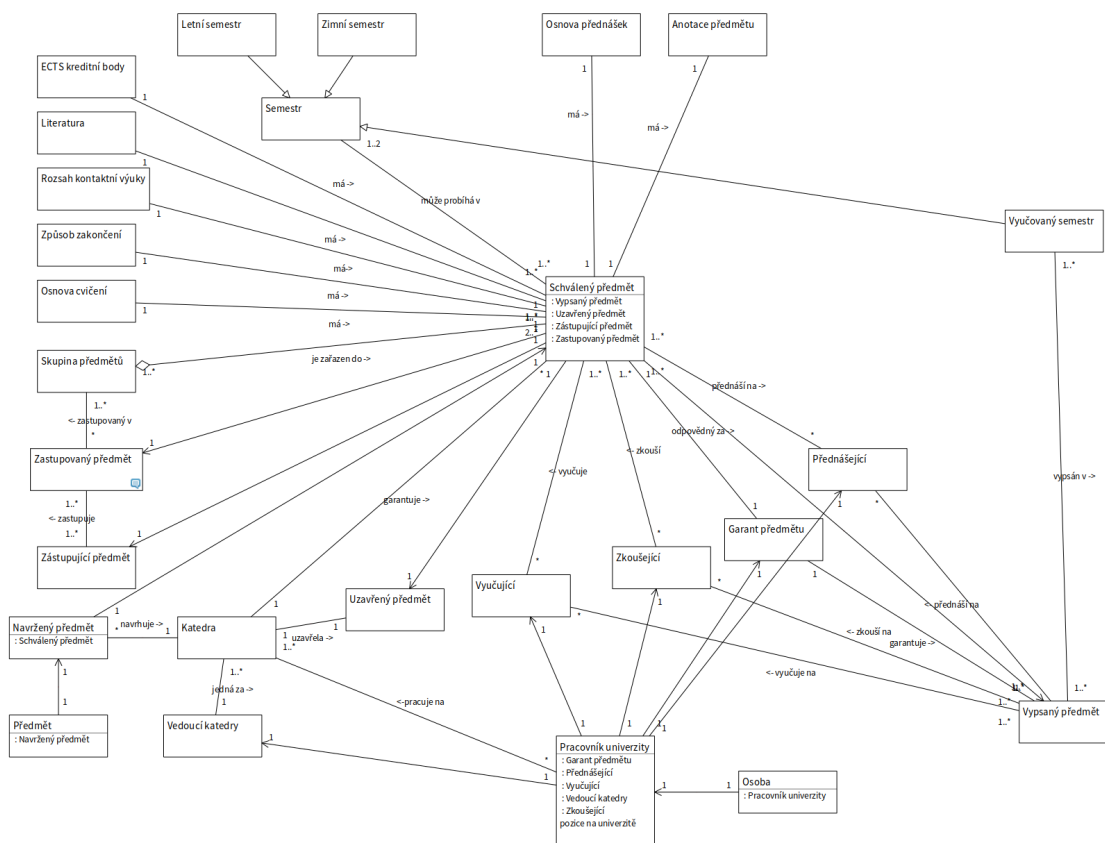
Při následném návrhu implementace musíme dodržet ostatní teorémy, abychom zabránily nestabilitě systému a kombinatorickým efektům, které nám zabraňují mít normalizovaný systém. K tomu právě pomůžou vytvořené procesní modely, které definují, jaké change-drivery existují v závislosti na jednotlivých pojmech sylabu.

3.4.1 Způsob technické databázové reprezentace

Technická reprezentace se váže na předešlou kapitolu. Každý pojem z minulé kapitoly je nutné znázornit jako entitu v databázovém systému, který bude následně tvořit nosič dat sloužící pro systém sledující změny v rámci sylabu. Konceptuální model nám už přímo zobrazuje, jaké vztahy mají tyto pojmy vůči sobě. Zároveň je známé, že OntoUML model je možné převést na UML Class diagram, který přímo popisuje databázové entity reprezentující data systému. A to přesně je potřebné a k tomuto převodu bude sloužit i práce [7], která blíže popisuje, jak takový UML model vznikne z již vytvořeného OntoUML modelu.

Níže uvedený UML model je tedy vytvořen z konceptuálního OntoUML modelu. Vznikly nám zde entity, které mají mezi sebou popsané vztahy a jak bylo již v předešlé kapitole zmíněno, tak každá tato entita musí být verzovatelná, abychom splnili jeden z hlavních teorémů teorie Normalizovaných systémů a tedy zabránili kombinatorickým efektům a nestabilnímu systému. To by do budoucna mělo přinést, že bude náš systém evolvabilní a dokážeme jednoduše získat jednotlivé změny v průběhu času.

Nemluvíme jenom o jednotlivých změnách každé entity, ale v jednom okamžiku je systém právě v jedné své verzi, která vyjadřuje, jak právě systém vypadá – jaké předměty jsou navrženy, schváleny, vypsány a uzavřeny. U schválených předmětů tedy vidíme jaké jsou jejich aktuální sylaby a zároveň dokážeme vidět jejich všechny verze, které byly v minulosti. Tímto poměrně jednoduchým systémem dokážeme sledovat změny v rámci sylabů jednotlivých předmětů.

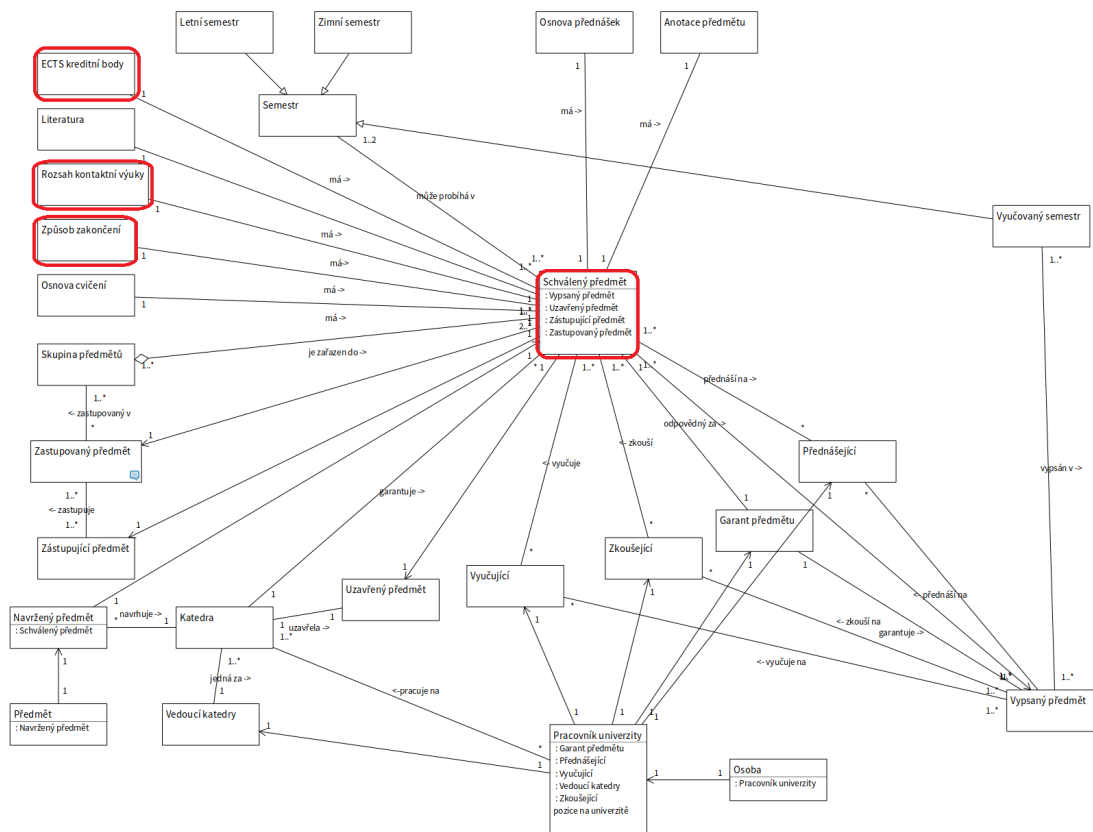


■ Obrázek 3.13 Databázový model

3.4.2 Ukázková studie

Ukázková studie ukazuje, jakým způsobem se změní navrhovaný systém při určité změně nějakého či nějakých studijních předmětů. Spouštěči změn, které nějakým způsobem mohou změnit studijní předmět, tedy sylabus popisující onen předmět, musí vždy končit nějakým procesem, který je popsán v kapitole 3.3, proto vybírám jeden z procesů 3.3.7, který se zaměřuje na změny charakteru rozsahu, kreditového ohodnocení a zakončení předmětu. Přímo popisují, jakým způsobem se chová systém v závislosti na navrhované změně. Tedy předcházejícími záležitostmi se nezabývám, ty však z nějaké části popisuje již zmíněný model procesu.

Před určitou změnou je systém v nějakém stavu složeného z několika studijních programů, které mají neaktuálnějších verzí. Jakmile nastane aktivita, která mění jednu z již zmíněných charakteristik – rozsah, způsob zakončení nebo kreditového ohodnocení, tak každá tato charakteristika, která je i jednotlivou entitou v systému se změní a to tak, že verze instance této entity se změní a k této verzi se přiřadí její obsah. Zároveň se také změní verze toho studijního předmětu, u kterého se provedla změna, a tato verze se přiřadí ke všem neaktuálnějším verzím každé instance, ke kterým měla předešlá verze vztah.



■ **Obrázek 3.14** UML model databázové reprezentace, kde jsou zvýrazněné změny verzí instancí určitých entit při změně, která je popsána v ukázkové studii

Ukázková studie vyjadřuje, jakým způsobem se změní systém, ale zároveň i ukazuje, že jde dohledat změna studijního předmětu jen v rámci jeho verzí, ke kterým jsou přiřazeny určité verze instancí. Tyto instance mohou také popisovat sylabus onoho předmětu – lze dohledat, jaké změny v rámci verzí studijního předmětu byly provedeny.

Kapitola 4

Závěr

Bakalářská práce měla za cíl navrhnout systém, který umožní sledování změn v sylabech studijních předmětů na vysoké škole a zároveň i způsob jeho technické databázové reprezentace.

Výsledkem mé práce je nejen návrh systému a databázové reprezentace, ale také analýza domény popisující sylaby a obecně učiva na vysoké škole. Analýzu jsem prováděl ve spolupráci s Ing. Michalem Valentou, Ph.D., který se věnuje a je angažován v této oblasti na Fakultě informačních technologií ČVUT. Pro analyzovanou doménu jsem nejdříve vytvořil popis, následně jsem ji vytvořil tabulkovou formu sjednocující hlavní pojmy domény, a nakonec jsem podrobně zanalyzoval jednotlivé pojmy. Analýza představovala základ pro vytvoření konceptuálního modelu a modelů procesů, které nějakým způsobem mění sylabus předmětu.

Tyto modely a analýza byly následně použity pro výsledný návrh systému, který se také výrazně řídil teorií Normalizovaných systémů. Tato teorie formuluje čtyři základní teorémy zabírající nestabilitu systému a kombinatorické efekty mající negativní dopad pro evolvabilitu systému. Zároveň z této teorie vyplývá, že v praxi je důležité mít systém co nejvíce modulovaný – granulovaný na co nejmenší moduly a zároveň každý jednotlivý modul verzovaný.

Tento návrh systému by se mohl uplatnit pro vytvoření interaktivní mapy průchodem studia na vysoké škole, jelikož dokáže mapovat jednotlivé změny každého studijního předmětu, každého sylabu popisující daný předmět, a zároveň je díky uplatnění teorie normalizovaných systémů schopný se bez větších zásahů do již vytvořené struktury vyvíjet. Analýza a modely vytvořené v rámci této bakalářské práce by mohly být uplatněny také v jiných projektech, které souvisí se systémem Fakulty informačních technologií ČVUT a nebo v obecném měřítku s učivem na vysokých školách.

Bibliografie

1. NOVÁK, J.; HALAŠKA, I. *Studijní programy* [online]. FIT CVUT, 2023. Dostupné také z: <https://bk.fit.cvut.cz/cz/predmety/00/00/00/00/00/00/06/53/35/p6533506.html>.
2. TELOS; MYLOPOULOS, John. Conceptual Modelling and Telos. In: 2001.
3. GUIZZARDI, Giancarlo. *Ontological Foundations for Structural Conceptual Models*. 2005. Dis. pr.
4. MATYÁŠ, Petr. *Využití ontologií k modelování flexibilní výroby v Průmyslu 4.0*. Prague, 2021. Dipl. pr. Univerzita Karlova, Matematicko-fyzikální fakulta, Katedra softwaru a výuky informatiky.
5. PERGL, Robert. *Conceptualisation: Chapters from Harmonising Enterprise and Software Engineering – a Habilitation Thesis*. 2019. Dostupné z DOI: 10.13140/RG.2.2.13338.49609. Dis. pr.
6. GUIZZARDI, Giancarlo; WAGNER, Gerd; ALMEIDA, João; GUIZZARDI, Renata. Towards Ontological Foundations for Conceptual Modeling: The Unified Foundational Ontology (UFO) Story. *Applied ontology*. 2015, roč. 10. Dostupné z DOI: 10.3233/A0-150157.
7. RYBOLA, Zdeněk; PERGL, Robert. Towards ontoUML for software engineering: Transformation of kinds and subkinds into relational databases. *Computer Science and Information Systems*. 2017, roč. 14, s. 35–35. Dostupné z DOI: 10.2298/CSIS170109035R.
8. TEILANS, Artis; KLEINS, Arnis; MERKURYEV, Yuri; GRINBERGS, Andris. Design of UML models and their simulation using ARENA. *WSEAS Transactions on Computers Research*. 2008, roč. 3.
9. FAKHROUTDINOV, Kirill. *UML Class* [online]. 2023. Dostupné také z: <https://www.uml-diagrams.org/class.html>.
10. FAKHROUTDINOV, Kirill. *UML Association* [online]. 2023. Dostupné také z: <https://www.uml-diagrams.org/association.html??context=class-diagrams>.
11. FAKHROUTDINOV, Kirill. *UML Generalization* [online]. 2023. Dostupné také z: <https://www.uml-diagrams.org/generalization.html?context=class-diagrams>.
12. FAKHROUTDINOV, Kirill. *UML Composition* [online]. 2023. Dostupné také z: <https://www.uml-diagrams.org/composition.html>.
13. FAKHROUTDINOV, Kirill. *UML Aggregation* [online]. 2023. Dostupné také z: <https://www.uml-diagrams.org/aggregation.html>.
14. NEMO. *About* [online]. NEMO, 2023. Dostupné také z: <https://nemo.inf.ufes.br/en/about/>.

15. GUIZZARDI, Giancarlo; MYLOPOULOS, John. *Taking it to the Next Level: Nicola Guarino, Formal Ontology and Conceptual Modeling*. 2019.
16. SUCHÁNEK, Marek. *OntoUML formal relation* [online]. 2018. Dostupné také z: <https://ontouml.readthedocs.io/en/latest/relationships/formal/index.html>.
17. SUCHÁNEK, Marek. *OntoUML material relation* [online]. 2018. Dostupné také z: <https://ontouml.readthedocs.io/en/latest/relationships/material/index.html>.
18. SUCHÁNEK, Marek. *OntoUML GenSet* [online]. 2018. Dostupné také z: https://ontouml.readthedocs.io/en/latest/_images/examples4.png.
19. *Systémy managementu jakosti - Požadavky*. Prague, 2016-02. Standard. Česká agentura pro standardizaci.
20. CAMUNDA. *BPMN Symbol Overview* [online]. Camunda, 2023. Dostupné také z: <https://camunda.com/bpmn/reference/>.
21. BALDWIN, Carliss; CLARK, Kim. Design rules: The power of modularity. 2000, roč. 1.
22. PARNAS, David. On the Criteria To Be Used in Decomposing Systems into Modules. *Communications of the ACM*. 1972, roč. 15, s. 1053-. ISBN 978-3-540-42290-7. Dostupné z DOI: 10.1145/361598.361623.
23. BRUYN, Peter; NUFFEL, Dieter; VERELST, Jan; MANNAERT, Herwig. Towards Applying Normalized Systems Theory Implications to Enterprise Process Reference Models. In: 2012, sv. 110. ISBN 978-3-642-29902-5. Dostupné z DOI: 10.1007/978-3-642-29903-2_3.
24. HUYSMANS, Philip; OORTS, Gilles; BRUYN, Peter; MANNAERT, Herwig; VERELST, Jan. Positioning the Normalized Systems Theory in a Design Theory Framework. In: 2013, sv. 142, s. 43-63. ISBN 978-3-642-37477-7. Dostupné z DOI: 10.1007/978-3-642-37478-4_3.
25. OORTS, Gilles. *Design of modular structures for evolvable and versatile document management based on normalized systems theory*. 2019. Dis. pr.
26. MANNAERT, H.; VERELST, J.; DE BRUYN, P. *Normalized Systems Theory: From Foundations for Evolvable Software Toward a General Theory for Evolvable Design*. nsi-Press powered bei Koppa, 2016. ISBN 9789077160091. Dostupné také z: https://books.google.cz/books?id=0rA%5C_tAEACAAJ.
27. CVUT. *AKREDITAČNÍ ŘÁD ČESKÉHO VYSOKÉHO UČENÍ TECHNICKÉHO V PRAZE* [online]. 2021. Dostupné také z: <https://www.cvut.cz/sites/default/files/content/74c76d2e-7f4d-4cb1-ac28-b0765c7f88f2/cs/20210125-akreditacni-rad-cvut-v-praze-ucinnost-od-7-1-2021.pdf>.
28. CVUT. *HODNOCENÍ KVALITY STUDIJNÍCH PROGRAMŮ ČESKÉHO VYSOKÉHO UČENÍ TECHNICKÉHO V PRAZE* [online]. 2022. Dostupné také z: <https://www.cvut.cz/sites/default/files/content/74c76d2e-7f4d-4cb1-ac28-b0765c7f88f2/cs/20221114-hodnoceni-kvality-studijnich-programu-ucinnost-od-2242022.pdf>.
29. CVUT. *Změny ve studijním programu v průběhu jeho uskutečňování* [online]. 2021. Dostupné také z: <https://www.cvut.cz/sites/default/files/content/b6fd7e62-769d-407f-a65d-24bd1773c022/cs/20211210-pr-192021-zmeny-ve-studijnim-programu-v-prubehu-jeho-uskutecnovani.pdf>.

Obsah přiloženého média

readme.txt	stručný popis obsahu média
src	
├─ modely	
│ ─ databazovy-navrh-systemu....	UML Class diagram návrhu databázové reprezentace
│ ─ konceptualni	
│ │ ─ model	hlavní model - spojen ze všech podmodelů
│ │ ─ podmodely	
│ │ │ ─ urcite-podmodely	konceptuální podmodely hlavního modelu
│ ─ procesni	
│ ─ procesni-modely	procesní modely všech procesů
text	
├─ Handl-thesis.zip	zdrojová forma práce ve formátu L ^A T _E X
├─ Handl-thesis.pdf	text práce ve formátu PDF