

Mendelova univerzita v Brně

Lesnická a dřevařská fakulta

Ústav nábytku, designu a bydlení

**Příprava nábytkové řady provázané logikou pro konfiguraci
a správu konstrukce**

Diplomová práce

Poděkování

Tímto chci poděkovat Ing. Karlovi Krontorádovi, CSc. za odborné vedení a kladný přístup při řešení diplomové práce.

Velké poděkování patří konzultantovi Ing. Adamovi Kořenému, Ph.D. za jeho (ukázkovou práci školitele) při řešení detailů diplomové práce.

Dále bych chtěl poděkovat firmě Wood Software s.r.o. za poskytnutí softwaru Imos a také detailních informací o programu. V neposlední řadě rodině, které patří velké díky za podporu při studiu.

Abstrakt

Jméno studenta: Bronislav Dřimal

Název práce: Příprava nábytkové řady provázané logikou pro konfiguraci a správu konstrukce

Tato diplomová práce se zabývá vypracováním konfigurátoru nábytku s představím možností konfigurace. Je vysvětlen pojem konfigurátor a vypracována analýza doposud používaných konfigurátorů nábytku dostupných na internetu. V teoretické části jsou objasněny požadavky na moderní nábytkářskou výrobu a tok informací v podniku. Jsou shrnuty požadavky na CAD/CAM v nábytkářství.

Klíčová slova: konfigurátor nábytku, kuchyňský plánovač, Průmysl 4.0, PLM, Software IMOS

Abstract

Name of student: Bronislav Dřimal

Name of the work: Furniture series preparation established with logic for configuration and maintenance of construction

This thesis deals with developing a configurator of furniture with introducing options of configuration. The concept of configuration is described and the analyse of available configurators of furniture on the internet is formulated. In theoretical part the requirements for modern furniture manufacturing and information flow in production is clarified. Requirements on CAD/CAM in furniture industry are summarized.

Keywords: furniture configurator, kitchen planner, industrie 4.0, PLM, Software IMOS

Obsah

1. Úvod	8
2. Cíl práce.....	9
3. Literární přehled.....	10
3.1. Konfigurátor	10
3.2. Přehled trhu	11
3.2.1. Požadavky na konfigurátor.....	11
3.2.2. Vysvětlení vstupujících hodnot do průzkumu trhu.....	11
3.2.3. Vyhodnocení průzkumu trhu	12
3.3. Průmysl 4.0	17
3.3.1. Průmysl 4.0 ve světě	21
3.3.2. Průmysl 4.0 v České republice	22
3.3.3. Posuzování podniků v Průmyslu 4.0.....	23
3.3.4. Průmyslová integrace	24
3.3.5. Předpoklady a vize Průmyslu 4.0.....	27
3.4. Moduly PLM systému a postupy související s Imos CAD/CAM a konfigurátory nábytku.....	28
3.4.1. Řízení životního cyklu výrobku.....	28
3.4.2. Plánování podnikových zdrojů ERP	31
3.4.3. Návrh (konstrukce) pro výrobu a montáž DFMA	31
3.4.4. Výroba integrovaná počítačem CIM.....	33
3.4.5. Počítačem podporované inženýrství CAE.....	33
3.4.6. Výrobně plánovací systém PPS	33
3.4.7. Počítačová podpora návrhu CAPP.....	34
3.4.8. Počítačová podpora výrobního inženýrství CAPE	34
3.4.9. Počítačový návrh CAD.....	34
3.4.10. Počítačová podpora výroby CAM	35
3.4.11. Plánování a řízení výroby PPS	35

3.4.12.	Počítačová podpora řízení kvality CAQ.....	35
3.4.13.	Řízení dodavatelských řetězců SCM	35
3.4.14.	Řízení vztahů se zákazníkem CRM	36
3.5.	Vlastnosti a požadavky na CAD/CAM systémy v nábytkářství	37
3.5.1.	Konvenční postupy přípravy výroby.....	37
3.5.2.	2D návrh	38
3.5.3.	3D návrh	38
3.5.4.	Parametrické modelování	39
3.5.5.	Databáze	39
3.5.6.	Databázový návrh	42
3.5.7.	Příprava CNC.....	43
3.5.8.	Nové trendy vývoje v oblasti CAD/CAM systémů	45
3.6.	Výroková logika	46
3.6.1.	Logické operace.....	46
3.7.	Základní vlastnosti Imosu pro využití v nábytkářství	48
3.7.1.	Příprava výroby – Imos CAD.....	48
3.7.2.	Výroba – Imos CAM.....	48
3.7.3.	Prodej	48
3.7.4.	Data – Imos DATA.....	48
4.	Postup práce – Materiál a metodika	49
5.	Návrhy konfigurované sestavy – Výsledky a jejich uplatnitelnost v praxi	50
5.1.	Postup.....	50
5.2.	Společné prvky	51
5.3.	Typy polí v menu katalogu	53
5.4.	Logické návaznosti v objektech	56
5.4.1.	Změna rozměrů	57
5.4.2.	Konstrukce výrobku	57

5.4.3.	Volba materiálu korpusu	61
5.4.3.1.	Přiřazení barvy pro dílce	63
5.4.4.	Volba bočních ploch korpusu	65
5.4.5.	Volba přední plochy	67
5.4.5.1.	Volba materiálu přední plochy	69
5.4.6.	Volba materiálu pracovní desky	71
5.4.7.	Volba zásuvky.....	72
5.4.8.	Volba úchytky.....	74
5.4.9.	Kontrolní pole Zadej heslo	77
5.4.10.	Výpočet kombinací vytvořeného vzorového konfigurátoru.....	77
4.	Zhodnocení, diskuze a přínos pro praxi	78
5.	Závěr.....	81
6.	Summary.....	82
7.	Seznam použité literatury	83
8.	Seznam obrázků	87
9.	Seznam tabulek	89

1. Úvod

Každý člověk musí někde bydlet a při zařizování svého obydlí se setkává s různými rozměrovými možnostmi obydlí a jeho částí. Někdo potřebuje výrobek menší, jiný zase větší nebo vyšší. Když existuje možnost, nemusí ale vybírat ze sériově vyráběných výrobků, když si může přizpůsobit výrobek vlastním požadavkům. Atypická výroba nábytku samozřejmě existuje, bohužel je většinou časově a finančně náročná.

Myšlenku vyšší ceny popírá stále populárnější pojem „masové přizpůsobování věcí“ (mass customization) a vytváření ojedinělých výrobků. Téma se stává hitem poslední doby i nově nastupující nové průmyslové revoluce označované pojmem „Industry 4.0“. Zde přichází na řadu konfigurátor sloužící ke konfiguraci výrobků zákazníkem.

Samotná textová část se zabývá vysvětlením pojmu „Konfigurátor“. Následuje průzkum konfigurátorů na trhu a jejich možnosti, dále potom popis toku informací a jejich zpracování v nábytkářském podniku. Následně je ze zjištěných informací vypracované menu katalogu pro konfiguraci nábytku a představení možnosti, co lze u nábytku měnit. Vzorové menu katalogu je zpracováváno v programu Imos.

2. Cíl práce

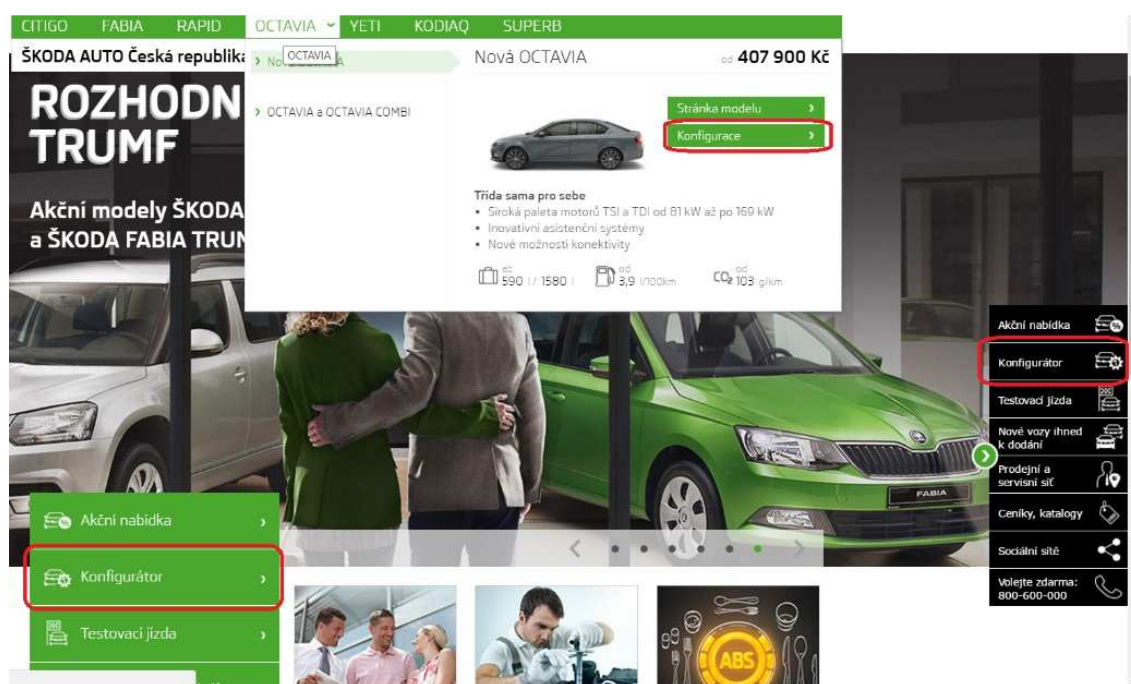
Cílem této diplomové práce je vytvoření menu katalogu konfigurátoru kuchyňského nábytku a dokázání, že i nábytek lze sestavovat pomocí konfigurátoru. Před samotnou tvorbou je práce zaměřena na vysvětlení pojmu konfigurátoru a vytvoření přehledu možností již používaných konfigurátorů na trhu s nábytkem. Na zjištění moderních požadavků na podnik v projektu Průmysl 4.0 produkující výrobky a tok informací v něm se práce zaměřuje ve výrobní část CAD/CAM oblasti.

Informace získané během analýzy trhu a literárního přehledu povedou k vypracování a předvedení možností menu konfigurátoru za pomoci programu Imos. Na závěr bude vypočítán počet kombinací kuchyňského nábytku ve vzorovém katalogu.

3. Literární přehled

3.1. Konfiguratör

Slovo konfigurace znamená „seskupení, uspořádání“. Slouží k seskupování, uspořádání a nastavování požadavků zákazníka pro výrobek či službu. Konfiguratör pro výrobek může být webová aplikace sloužící zákazníkovi k výběru zboží podle svého přání a požadavků. Rozšíření konfiguratörů na internetu stále roste. Příklady používaných konfiguratörů mohou být výběr zájezdu, počítačů, kol, ale mezi nejrozšířenější konfiguratöry patří konfigurace automobilů doplňované hesly: „Nakonfigurujte si svůj vysněný vůz“.



Obrázek 1. Nabídka konfiguratöru v automobilovém průmyslu. (ŠKODA AUTO a.s., 2017)

Obrázek 1 zobrazuje umístění reklamy pro vstup do konfiguratöru na stránkách Škoda auto. Je vidět, že nabídka je na titulní straně na druhém místě a svádí pro otevření a konfigurování vozu.

Proč se tak nekonfiguruje i nábytek? Zákazník od výrobce požaduje výrobky individuální a přizpůsobené jeho požadavkům. Díky konfiguratöru je možné splnit všechny jeho přání a požadavky v extrémně krátkém čase několika dnů. Při správném sestavení konfiguratöru a jeho vhodném propojení s výrobou je výrobce dokonce schopen při volbě vést samotného zákazníka konfigurací výrobku. Výsledkem konfigurace výrobku zákazníkem jsou v nejlepším případě pro nás velmi důležitá výrobní data, která jsou čitelná strojem a jsou potřebná pro výrobu nábytku.

3.2. Přehled trhu

3.2.1. Požadavky na konfigurátor

Do průzkumu trhu jsou zahrnuty konfigurátory různého nábytku spustitelné v internetovém prohlížeči. Minimálním požadavkem na software je možnost volby rozměrů a přímé navázání na konkrétního výrobce. Tímto parametrem byly vyloučeny plánovače místností, které slouží pouze pro vizualizace interiérů, kde jsou zařizovací předměty vkládány z knihoven.

Na trhu jsou k dispozici dva typy plánovačů. Prvním typem je software, kde se plánuje pouze výrobek, který je vizualizován v okně v závislosti na změně parametrů. Druhým typem je plánování v předem připravené místnosti s vyobrazením výrobku v 3D. Plánovače kuchyní většinou nabízejí volbu kuchyně z modelové řady a dále volbu z hotových skříněk.

3.2.2. Vysvětlení vstupujících hodnot do průzkumu trhu

Průzkum trhu je zaměřen na konstrukci. Mezi posuzovaná kritéria jsou zařazena ta, která si může nejčastěji zákazník sám navolit. Mezi ně patří:

1) Změna rozměrů

- musí být umožněna individuálně a omezena spodním minimem a horním maximem – v tomto případě je konfigurátor hodnocen ANO. Pokud je změna umožněna v krocích, po desítkách, nebo jsou vybírány prvky předem definovaných rozměrů – konfigurátor je hodnocen NE

2) Dveře/zásuvka

- plánovač by měl nabízet volbu mezi dvířky a zásuvkami – pokud tuto volbu obsahuje, je hodnocen ANO

3) Počet dveří

- konfigurátor splní dané kritérium tehdy, je-li možnost počtu dveří na výrobku – ANO mají konfigurátory, kde se mění počet dveří závisle na šířce korpusu

4) Počet zásuvek

- je-li umožněn výběr počtu zásuvek – konfigurátor je hodnocen ANO

- 5) Volitelné vnitřní dílce
 - značí volný výběr vnitřního vybavení (nejen polic, ale především mezistěn a pevných polic)
- 6) Umístění polic
 - možnost volného umístění polic uživatelem v konfigurátoru do výrobku – v kladném případě je konfigurátor hodnocen ANO
- 7) Změna výšky zásuvky
 - je-li umožněno uživateli zvolit si výšku zásuvky - konfigurátor je hodnocen ANO
- 8) Umístění zásuvky
 - možnost volby umístění police
- 9) Volba spotřebiče
 - umožňuje-li software uživateli zvolit si spotřebič a výrobek je automaticky přizpůsoben zákaznickově volbě – konfigurátor je hodnocen ANO

3.2.3. Vyhodnocení průzkumu trhu

U hodnocení jsou sečteny hodnoty ANO a hodnoty NE a následně jsou zobrazeny v tabulce Tabulka 3 a seřazeny sestupně. Celkový počet ANO je graficky zobrazen v grafu Obrázek 3.

Nejlepší výsledek má konfigurátor firmy Ikea celkem s 15 hodnotami ANO. Je to maximální počet, který může konfigurátor získat. Tento fakt je zapříčiněn tím, že firma má konfigurátor rozdělený na 4 různé plánovače. V jednom lze sestavit kuchyně, ve druhém šatní skříň, třetí slouží pro čalouněný nábytek a v posledním se konfiguruje světelný prvek.

Na 2. místě se za firmou Ikea umístily 2 konfigurátory. S celkem 13 body jsou to Nöbelmanufactur a Trend natur. Na 3. místě jsou softwary tří firem s celkovým počtem 12x ANO. Ve výše zmiňovaných konfigurátorech je nejvíce možných úprav dle přání zákazníka, které dalším softwarům jiných firem chybí.

Tabulka 1.: Tabulka část 1 sběru dat pro průzkum trhu.

Název	Základní data			Změna barvy		
	Návod na konfiguraci	Přístupnost ke konfigurátoru na 1. straně	Přizpůsobení konfigurátoru mobilu/tabletu	Korpus	Jednotlivých dílců	Front
Pokoutník	ANO	ANO	ANO	ANO	NE	ANO
POSSI	ANO	ANO	NE	ANO	ANO	ANO
Ikea	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO
Cabjaks	NE	ANO	NE	NE	NE	NE
STEGBAR	ANO	ANO	NE	ANO	NE	ANO
Wizard Wardroves	ANO	ANO	NE	NE	NE	ANO
Proboard	ANO	ANO	NE	ANO	ANO	ANO
Solodoor	NE	ANO	ANO	NE	ANO	NE
Magnet	NE	NE	NE	NE	NE	ANO
Deinshrank	ANO	ANO	NE	ANO	NE	ANO
Möbelmanufaktur	ANO	ANO	NE	ANO	ANO	ANO
Audena	NE	ANO	ANO	ANO	NE	ANO
Möbel kaufe	NE	ANO	NE	ANO	NE	NE
Schrankwerk	ANO	ANO	NE	ANO	NE	ANO
Trend natur	ANO	ANO	NE	ANO	ANO	ANO
Form bar	ANO	ANO	NE	ANO	NE	NE
Nolte	NE	ANO	NE	ANO	NE	ANO
Mymöbelstück	NE	ANO	NE	ANO	NE	ANO
Holzgespür	NE	ANO	NE	ANO	NE	NE
Schrankplaner	ANO	ANO	NE	ANO	NE	ANO
Dein möbel	ANO	ANO	NE	ANO	NE	ANO
Schrankgigant	ANO	ANO	NE	ANO	ANO	ANO
Audena	ANO	ANO	ANO	ANO	NE	NE
Küchenatlas	ANO	ANO	ANO	ANO	NE	ANO
Nobilia	ANO	ANO	ANO	ANO	NE	ANO
Compusoft	ANO	ANO	NE	ANO	NE	ANO
Homebase	NE	ANO	NE	ANO	NE	ANO
Profile Kitchen	ANO	ANO	NE	ANO	NE	ANO

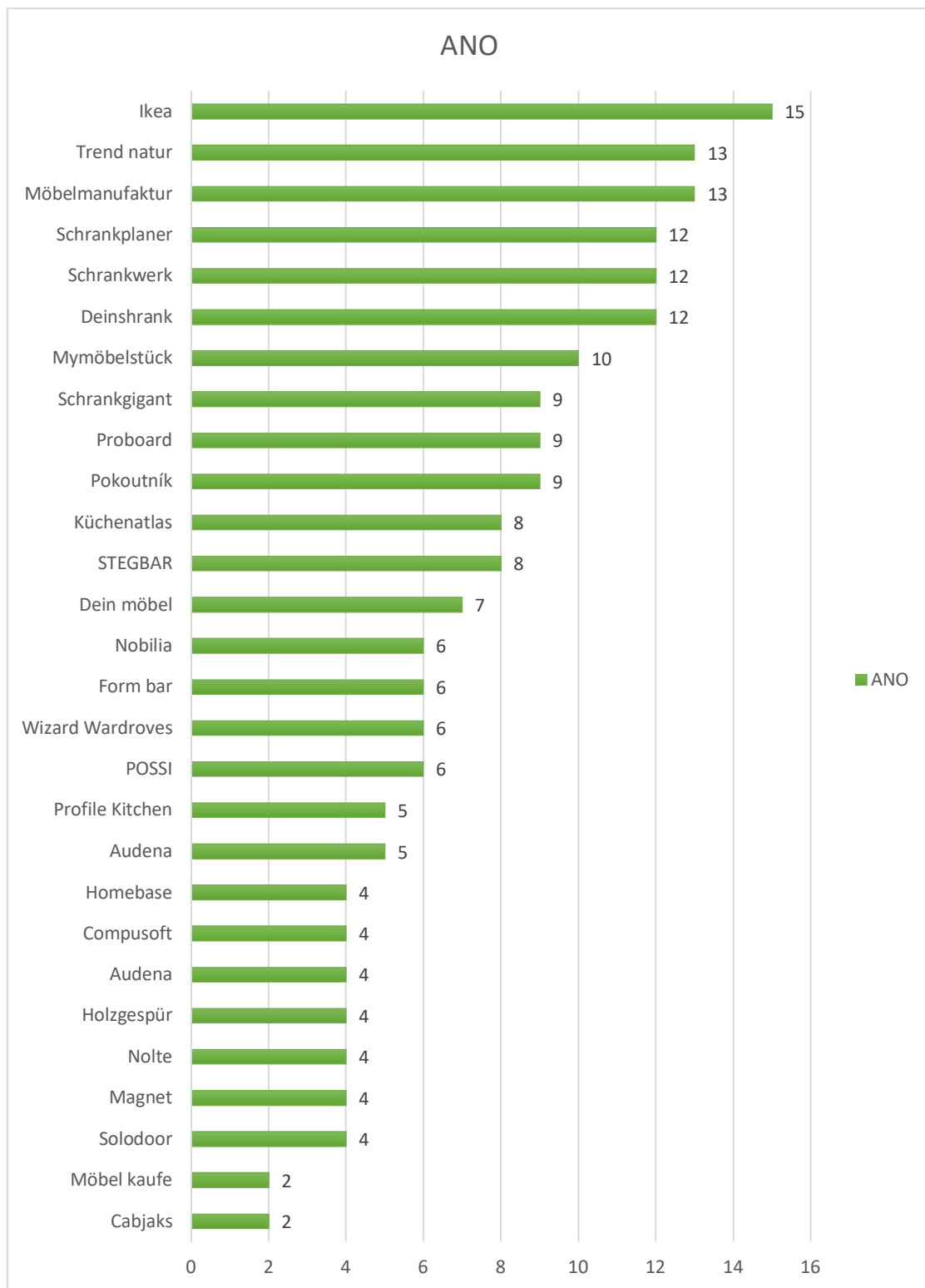
Tabulka 2.: Tabulka část 2 sběru dat pro průzkum trhu.

Název	Změna konstrukce								
	Rozměry	Dveře / zásuvka	Počet dveří	Počet zásuvek	Volitelné vnitřní dílce	Umístění polic	Změna výšky zásuvky	Umístění zásuvky	Volba spotřebiče
Pokoutník	ANO	ANO	ANO	ANO	NE	NE	NE	NE	NE
POSSI	NE	NE	ANO	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Ikea	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO
Cabjaks	ANO	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
STEGBAR	ANO	ANO	ANO	NE	ANO	NE	NE	NE	NE
Wizard Wardroves	ANO	NE	ANO	NE	ANO	NE	NE	NE	NE
Proboard	ANO	ANO	ANO	ANO	NE	NE	NE	NE	NE
Solodoor	ANO	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Magnet	NE	ANO	ANO	ANO	NE	NE	NE	NE	NE
Deinshrank	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	NE
Möbelmanufaktur	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	NE
Audena	ANO	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Möbel kaufe	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Schrankwerk	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	NE
Trend natur	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	NE
Form bar	ANO	NE	ANO	NE	NE	ANO	NE	NE	NE
Nolte	NE	NE	ANO	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Mymöbelstück	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	NE	ANO	NE
Holzespür	ANO	NE	NE	NE	NE	NE	NE	ANO	NE
Schrankplaner	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	NE
Dein möbel	ANO	ANO	ANO	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Schrankgigant	ANO	ANO	ANO	ANO	NE	NE	NE	NE	NE
Audena	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Küchenatlas	NE	ANO	NE	ANO	NE	NE	NE	NE	ANO
Nobilia	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	ANO
Compusoft	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Homebase	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	ANO
Profile Kitchen	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	ANO

Tabulka 3.: Výsledek průzkumu trhu z tabulek 1 a 2.

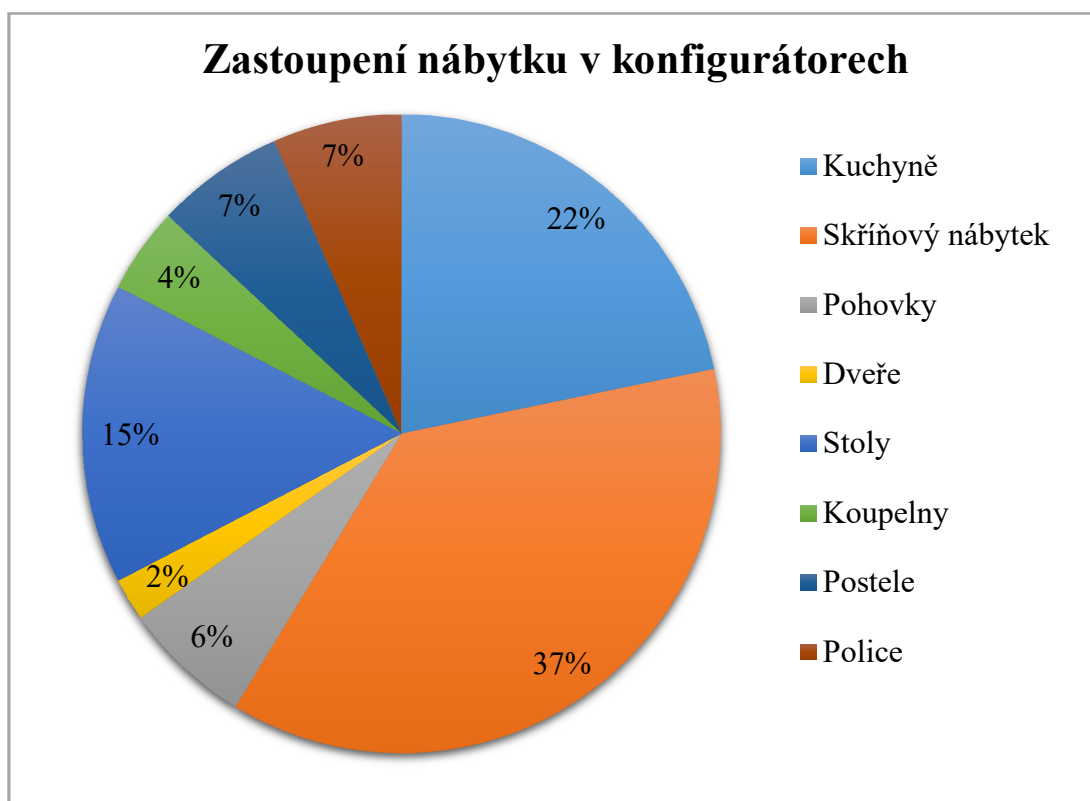
	ANO	NE
Ikea	15	0
Möbelmanufaktur	13	2
Trend natur	13	2
Deinshrank	12	3
Schrankwerk	12	3
Schrankplaner	12	3
Mymöbelstück	10	5
Pokoutník	9	6
Proboard	9	6
Schrankgigant	9	6
STEGBAR	8	7
Küchenatlas	8	7
Dein möbel	7	8
POSSI	6	9
Wizard Wardroves	6	9
Form bar	6	9
Nobilia	6	9
Audena	5	10
Profile Kitchen	5	10
Solodoor	4	11
Magnet	4	11
Nolte	4	11
Holzespür	4	11
Audena	4	11
Compusoft	4	11
Homebase	4	11
Cabjaks	2	13
Möbel kaufe	2	13

V tabulce je součet ANO a NE jednotlivých katalogů nalezených v rámci průzkumu trhu. Hodnoty vstupují do grafického vyhodnocení průzkumu trhu zobrazeném dále v dokumentu.



Obrázek 2.: Graf výsledků analýzy trhu.

Na obrázku 2 zobrazuje graf hodnocení výsledky průzkumu trhu.



Obrázek 3.: Graf zastoupení druhů nábytků v konfigurátorech.

V grafu na Obrázek 3 lze vidět procentuální zastoupení jednotlivých typů nábytku obsažených v konfigurátorech, které jsou posuzovány v průzkumu trhu. Celkem se jedná o 28 konfigurátorů. Nejvíce jsou zaměřeny na skříňový nábytek (zastoupení 37 %), následně kuchyně (zastoupení 22 %), na třetím místě jsou stoly (zastoupení 15 %). Zajímavostí je 2% zastoupení dveří – zde se jedná o dveře včetně zárubní a obložek.

3.3. Průmysl 4.0

Průmyslovou revoluci si můžeme představit jako změnu v oblasti průmyslové výroby. Nástupem 4. průmyslové revoluce se dostáváme mnohem dál. (v praxi užíván pojem Průmysl 4.0 – převzato z německého překladu Industrie 4.0.) Představena byla poprvé na hannoverském veletrhu v roce 2011. (Mařík, 2016)

Celospolečensky se jedná o změnu, která široce zasahuje do mnoha oblastí od průmyslu, standardizace, bezpečnosti, systému vzdělávání, vědy a výzkumu až po trh práce. Jde o udržení konkurenceschopnosti a technického prvenství v nejrozvinutějších světových ekonomikách a udržení se na světových trzích. V těchto zemích roste společensko-ekonomický problém čelit novým demografickým a geopolitickým rizikům. Často s touto změnou souvisí přehodnocení stávajících konceptů podniků. (Mařík et al, 2015) Důkaz, že se nacházíme v bodě zvratu, nám dokazuje vznik samořídících aut,

superpočítače vítězí v Jaopardy (herní přehlídka) a další užiteční roboti. Inovace nejsou jen laboratorními pokusy, ale čím dál tím více nám ukazují své dovednosti ve skutečném světě. Věci, které ještě před nedávnem byly možné jen ve sci-fi se stávají skutečností. (Erik, 2014)

Digitální rozvoj je působivý, ovšem jedná se pouze o malý náznak nové evoluce v oblasti digitálního rozvoje. Pro pochopení, proč se to děje právě teď, musíme pochopit pravidla technického rozvoje v době digitálního hardwaru, softwaru a sítí, kterými jsou exponenciálnost, digitálnost a kombinatorika. (Erik, 2014)

- Exponenciálnost – Podle Moorova zákona (Moore, 1965): Hustota tranzistorů na integrovaném obvodu při minimální ceně komponentu se každý rok zvýší zhruba dvojnásobně. V dohledné době se tato rychlost nezmění, možná se i zvýší. Z dlouhodobého hlediska je tento růst nejistý, ale není důvod pochybovat o tom, že tato rychlost bude nejméně po deset let konstantní.

Mýlil se. Jeho myšlenka se dobře drží po dobu více jak 40 let nejen v oblasti integrovaných obvodů, ale i v dalších oblastech digitální technologie. Jedná se tedy o logaritmický růst. (Erik, 2014)

- Digitálnost – Digitalizace je převádění všech možných informací, textů, zvuků, fotografií, videí, dat z přístrojů a snímačů atd. na nuly a jedničky, které jsou přirozeným jazykem počítačů. Nečekaně narostly objemy přenášených dat, rychlost a rozmanitost. Rychlý nárůst digitalizace má dva významné dopady. Jedním z nich jsou nové přístupy v získávání informací. Druhý z nich je míra inovací. Důkazem budiž nárůst přenosu dat po internetu. Mezi lety 2006 až 2011 se přenos dvanáctinásobně zvýšil a dosáhl hodnot 23,9 exabytů za měsíc. V roce 2014 byl průměrný přenos dat 57,6 exabytů měsíčně. V roce 2015 dosáhl průměrný měsíční přenos dat 72,5 exabytů. V roce 2016 byl zaznamenán přenos 88,7 exabytů. (Cisco, 2016) Exabyt je absurdně velké číslo, ale není to dostatečně velké číslo, aby popsalo rozsah budoucí digitalizace. Jakmile data ještě porostou, brzy budeme muset opustit metrický systém. Soustava byla v roce 1991 rozšířena o zettabyt a vyšší hodnotu yotta. Objem dat se momentálně pohybuje v jednotkách zettabyt. (Erik, 2014)
- Kombinatorika – Umožňuje nám ve výzkumu nových inovací míchat staré poznatky s novými, kdy vznikají dříve nedostupné věci. Pokrok je důkazem, že digitální inovace je rekombinantní inovací v její nejčistší formě. To znamená, že

další pokrok se stává stavebním prvkem pro budoucí inovaci, tím dochází k jeho kumulaci. (Erik, 2014)

Při propojení internetu, věcí, služeb a lidí dochází k neustálému zvyšování generovaných dat. Data se generují na úrovni stroj-stroj, člověk-stroj a v neposlední řadě člověk-člověk. Do výrobního procesu vstupují nové technologie, jako jsou autonomní roboti, analýzy rozsáhlých dat, počítačová simulace s virtuální a rozšířenou realitou. Tyto výrobní technologie mění obchodní modely a vyvíjí tlak na flexibilitu moderní průmyslové výroby. Průmysl 4.0 přetransformuje samostatnou automatizovanou jednotku na plně integrované, průběžně automatizované a optimalizované výrobní prostředí. (Mařík, 2016)

Toto vede ke vzniku nových globálních sítí založených na propojení výrobních zařízení do kyberneticko-fyzikálních systémů. Podle Maříka (et al, 2016) se jeden ze systému nazývá CPS (Cyber-Physical Systems). CPS jsou základním prvkem „chytrých továren“. Umožní autonomní výměnu informací a vyvolají potřebnou reakci na momentální podmínku a nezávislou kontrolu. Takový systém přináší propojení všech strojů, senzorů a dílců s informačními technologiemi přesahujícími hranice jednotlivých firem. Takto propojené CPS budou na sebe vzájemně reagovat, to umožní technologie podobné internetu. Cílem propojení je umožnit samostatnou analýzu dat předvídajících případné chyby či poruchy a samy sebe měnitelné a přizpůsobitelné změněným podmínkám. (Mařík et al, 2015)

V „chytré továrně“ by měly vznikat „chytré produkty“, které budou jednoznačně identifikovatelné. Produkt ponese po celou dobu své existence své vlastní informace. Informace musí být zjistitelné po celou dobu výrobku od vzniku, přes jeho životnost, až po likvidaci. Výrobky budou i ve fázi užití u zákazníka mezi sebou komunikovat a analyzovat získaná data, která budou předávat zpět do výrobních závodů. Změna by se měla projevit ve vertikálním výrobním procesu. Budou propojeny v rámci firemních systémů komunikujících v reálném čase a budou reagovat na individuální požadavky zákazníků. Výrobní proces bude trvale optimalizován a schopen pružně reagovat na nečekané poruchy některých výrobních zařízení. (Mařík, 2016)

Nejdůležitější je komunikace každého s každým podle okamžité potřeby, koordinování činností a vzájemné dohody. Změna se projevuje v především v řízení. Ustupuje se od centrálního hierarchického řízení a přechází se na decentralizovaný charakter výroby vedený v extrémních případech fungování bez centrální řídicí autority. (Mařík et al, 2015)

Problém českých firem je jejich uzavřenost a neochota orientovat se na operativní rozhodování a plnění krátkodobých ekonomických ukazatelů. A dále také nechutí seznamovat se s novými zásadami Průmyslu 4.0. (Mařík et al, 2015)

Podle Maříka (et al, 2015) se iniciativa Průmyslu 4.0 opírá o 3 klíčové vize:

- *Vize horizontální integrace všech subsystémů* – začíná systémem přijetí a potvrzení objednávky přes výrobní úsek a pokračující expedicí, zabezpečení záručního a pozáručního servisu. Končí ukončením životního cyklu daného produktu.
- *Vize vertikální integrace všech subsystémů* – začíná nejnižší úrovní automatického řízení fyzických procesů v řádu sekund, pokračuje managementem výrobního úseku (který souvisí s plánováním podnikových zdrojů ERP (Enterprise Resource Planning) pohybující se v řádech hodin či dnů.
- *Vize počítačové integrace inženýrských procesů* – začíná zadáním projektu a pokračuje až do plánování životního cyklu produktu.

Propojení fyzických prvků ke vzájemné spolupráci bude možné pomocí internetu, kde každý fyzický prvek má svou IP adresu. Hovoříme o Internetu věcí (Internet of Things – IoT).

Fyzické elementy propojené do virtuálního prostoru, společně řešící úlohy, pracují prostřednictvím Internetu služeb (Internet of Services – IoS). Metodicky se hovoří o dvou internetech, ve skutečnosti je však použit jen jeden. ESB (Enterprise Service Bus) je spojením obou internetů IoT a IoS, který má jedinou páteřní infrastrukturu v rámci celého výrobního úseku. Propojením lidí a robotů vzniká třetí typ internetu Internet lidí (Internet of People – IoP). Zde dochází k pokročilejší komunikaci mobilní nebo přirozené řeči, vizuální či hmatové informace. (Mařík et al, 2015)

Cílem vytváření složitých výrobních systémů a továren je globální změna. Umělá inteligence a kybernetika musí přinášet adekvátní řešení. A to zejména v oblasti vlastního vývoje jako je učících se, samo optimalizujících, samo diagnostikujících se, samo opravujících se a samo konfigurujeících se systémů v distribuovaném prostředí. Globálním úsilím by měl být výzkum a vývoj nových softwarových prostředí pro kooperaci a systémovou integraci. Iniciativa Průmyslu 4.0 by neměla být zaměňována za digitalizaci nebo napojení strojů na internet. Zmiňovaná digitalizace nebo celoplošné pokrytí internetem jsou jen základními nutnými opatřeními pro nasazení inteligentních, optimálně se samo nastavujících výrobních systému Průmyslu 4.0.

3.3.1. Průmysl 4.0 ve světě

Iniciativy reagující na 4. průmyslovou revoluci rozpracovala spousta států. Jsou to nové filozofie propojení nejdůležitějších technologií a jejich velice rychlý rozvoj. Mezi největší lídry se řadí Německo, Francie, USA, Čína, Jižní Korea, Japonsko. (Mařík, 2016)

V Německu byla iniciativa zpuštěna po dvou letech po představení na Hannoverském veletrhu – nese název „Industrie 4.0“. Zapojena je vláda zastoupená ministerstvem hospodářství a ministerstvem pro výzkum, průmyslová sdružení a výzkumné instituce. Iniciativa se zaměřuje na referenční architekturu a standardizaci, výzkum a inovace, bezpečnost sítí, právní rámec, trh práce a vzdělání. (Mařík, 2016)

Ve Francii byla iniciativa spuštěna v roce 2015 pod názvem „Industrie du Futur“. Podporovány jsou zde nové zdroje energie a materiálů, smart cities (efektivnější správa měst vedoucí ke zlepšení životního prostředí), eko-mobilita, doprava zítřka, zdravotnictví budoucnosti, správa dat, inteligentní přístroje, digitální bezpečnost, zdravé stravování. (Mařík, 2016)

Spojené státy americké mají vlastní vládní poradní sbor. V roce 2014 založily „Industrial Internet Consortium“. Platforma má za cíl propojit komerční, akademickou a vládní sféru s cílem urychlit vývoj, užívání moderních technologií a hlavně průmyslového internetu. Zajímá se o formování vizí, podporu výzkumu, vytvoření bezpečnostního rámce, vývoj a praktické aplikace průmyslového internetu. Největší důraz je kladen na bezpečnost systémů a vzájemnou propojitelnost. (Mařík, 2016)

Čína spustila vládní program „Made-in-china 2025“. Jeho cílem je do roku 2025 zvýšení produkce lokálně vyráběných materiálů. Inspirován je Německem. Klade si za cíle např. výrobu automatizovaných výrobních robotů, letecký průmysl, informační technologie, železniční dopravní prostředky, energetické zařízení, standardy, ochranu duševního vlastnictví a rozvoj lidských zdrojů. Jako jediná iniciativa plánuje zřídit čtyřicet nových výzkumných pracovišť. Většina vše zmiňovaných se snaží využít stávající. (Mařík, 2016)

Jihokorejská vláda nazvala iniciativu „Manufacturing Industry Innovation 3.0“ v roce 2014. S jednoduchými cíli – rozšíření moderních průmyslových technologií ve výrobě a budování inteligentních továren. Zaměřují se na segmenty, jako je nositelná elektronika nebo moderní zdravotnictví.

V Japonsku iniciativu zahájilo 30 firem, které se spojily pod názvem „Industrie Value Chain Initiative“. Soustřeďují se na propojení továren a jejich internacionalizaci.

3.3.2. Průmysl 4.0 v České republice

Průmysl České republiky se vyznačuje vysokou flexibilitou výroby v malých kusových objemech. Pozitivní vliv to má na vysoký podíl ekonomiky státu. Lidé by se s tímto pozitivním jevem neměli spokojit, ale naopak se snažit průmysl dále rozvíjet. Flexibilita výroby má negativní vliv na konečný zisk, protože k udržení flexibility je potřeba držet vysoké zásoby, které zvyšují náklady a snižují konečnou marži podniku. To vede k nízké ochotě investovat do inovací podniku. (Mařík, 2016)

Podle Maříka (2016) lze situaci v České republice rozdělit podle vlastnické struktury na:

- Firma je součástí velké nadnárodní korporace – zde jsou tahouni k zavedení principů Průmyslu 4.0 zahraniční korporátní, nebo vývojová centra.
- Firma samostatná vlastněná zahraničními finančními vlastníky – negativem je krátkodobá životnost managementu. Nevypracovávají se zde dlouhodobé plány nýbrž krátkodobé, kde jde o plnění finančních ukazatelů. Do nových pokročilejších technologií hrazenými vlastními zdroji je investováno v oblasti vnějších ekonomických vztahů.
- Firma v českém vlastnictví managementu – jedná se o malé až střední firmy. V jejich plánech je zahrnuto mimo krátkodobého plánování i dlouhodobé, ale chybí znalost informací.

Jaká je motivace zavést Průmysl 4.0? Podle Maříka (2016) je nutné informovat management podniků a představit jim motivaci jako jsou vyšší produktivita zaměstnanců, snížení deficitu lidských zdrojů, snížení tlaku přicházejícího od obchodních partnerů. V neposlední řadě environmentální požadavky se zajištěním ochrany zdraví při práci. Včasným zavedením Průmyslu 4.0 lze předběhnout konkurenci. (Mařík, 2016)

České firmy neznají a nemají zpracovanou strategii řízení údržby. Současný stav je o udržení stoprocentní provozuschopnosti strojů a zařízení, což je pozitivní pro výrobní proces. Ovšem má to negativum v neefektivním čerpání zdrojů v rozpočtu údržby. Oblast údržby podle nového hlediska umožňuje aplikaci v oblasti datové analytiky vedoucí k efektivnímu využívání zdrojů.

Pro několik firem se toto stalo novou možností k podnikání. Na základě datových analýz z čidel a senzorů získaných z výrobního procesu lze identifikovat a analyzovat poruchové stavy vedoucí ke snížení výkonu nebo výpadku technologie ještě před tím, než se stanou. K tomu, aby se mohla analýza aplikovat v praxi, je nutné si stanovit, jaké hodnoty a data budeme měřit. Dále standardizovat zápis dat pro analytickou analýzu,

zajistit bezpečný přenos naměřených dat, výběr a aplikaci vhodných analytických nástrojů. Nutné je zajistit školení pracovníků údržby pro zpracování a následné efektivní využívání datové analýzy. (Mařík, 2016)

Směry dalšího vývoje v České republice lze těžko posoudit – jedná se o heterogenní koncept vyvíjený neustále v čase. Současná tzv. „cílová cesta“ českých firem by měla vypadat podle Maříka (2016) následovně:

- Průmysl 4.0 jako hlavní firemní strategie.
- Neorientovat se pouze na vertikální hierarchické řízení, ale otevřít oči a respektovat požadavky vnějších vlivů souvisejících s výrobou (logistika, požadavky dodavatelů/odběratelů, zdroje energií).
- Je nutná změna definice pracovních pozic.
- Změna přístupu horizontálního řízení, kde jsou zapojeni dodavatelé a odběratelé.
- Zapojení robotů s vyšší inteligencí s autonomním rozhodováním.
- Zapojení zákazníků do rozvoje služeb a produktů.
- Využití kryptoměn ke zvyšování efektivity či k použití efektivního vnějšího platebního styku.
- Zapojení umělé inteligence do řízení firmy.
- Zaměření na vývoj aplikací zjišťování informací po opuštění výrobku z firmy.
- Poskytování servisu zařízení.

Do servisu bude zařazena komunikace výrobku s firemním servisním střediskem a následná komunikace výrobek s výrobkem, s cílem poskytování informací o užívání výrobku. Analýza těchto poslouží k ošetření případných anomálií bez případného zásahu člověka, které povede k efektivnímu řízení životního cyklu výrobku. (Mařík, 2016)

Český průmysl by měl být schopen flexibilně reagovat na rychle se měnící prostředí. Ohled by měl brát na správné pochopení nových a rozvíjejících se technologií, ve kterých může jakákoliv firma vymyslet novou inovativní technologii a zavést ji do praxe s prospěchem pro celou společnost. Důležité je sdílet všechny novinky, znalosti a zkušenosti mezi všemi aktéry. (Mařík, 2016)

3.3.3. Posuzování podniků v Průmyslu 4.0

Pro Průmysl 4.0 Mařík (2016) rozděluje zralost firmy dle následujících bodů.

1. Firma má zaveden informační systém pro řízení, přítomnost na internetu je pasivní (webová prezentace formou internetové stránky). Uvažuje se o digitální strategii s napojením na informační systém. Umožněna je částečná schopnost zapojení se

do dodavatelsko-odběratelských informačních toků. Firma vlastní základní software pro komunikaci s institucemi státní správy.

2. Firma chápe interakci dat. Interaktivní webová přítomnost. Softwarové řízení firmy. Realizovány jsou první kroky k dílčí automatizaci. Uvažováno je o nastavení digitální strategie se zapojením informačních toků v oblasti dodavatelsko-odběratelských vztahů. Hlavní poznávací znaky: poloautomatické vyřizování objednávek, interaktivní digitální katalog, provázané digitální komponentové číselníky.
3. Přítomnost na internetu formou firemního webu, mobilů a tabletů, aktivní sociální síť. Definována je digitální strategie. Přítomna je základní datová kultura – kam patří integrovaná automatizace řízená v reálném čase (MES), projektována je integrace datové architektury.
4. V digitálním světě je integrována multikanálová přítomnost. Firma má distribuovanou a personalizovanou digitální strategii. Data jsou propojena v celém produkčním řetězci od komunikace a sdílení dat se zákazníkem až po subdodavatele. Znaky: využívána je digitální diagnostika pro predikování poruch a neshod v systémech.
5. Firma propojila on-line svět s off-line světem v jeden plně integrovaný celek. Se zákazníky po celou dobu životnosti výrobku komunikuje asistent. Realizace probíhá pomocí kyberfyzických systémů schopných individuální realizaci fyzické části produktu. Digitalizační služba je poskytována partnerům subdodavatelům a tím globálně řídí produkční doménový prostor. Znaky: plná automatizace, aplikace 3D tisku ve výrobě.

Dle výše uvedeného členění lze konstatovat zastoupení českých firem následovně. Nejvyšší kategorií, ve které můžeme firmy nalézt, je úroveň 3. Jedná se pouze o několik desítek. Nalezneme však i pokročilejší firmy blížící se 4. úrovni. Prozatím splňují jen segmenty, nelze je zařadit do této skupiny. Lze ale předpokládat vytvoření stupnice objektivního hodnocení podniků pro Průmysl 4.0. (Mařík, 2016)

3.3.4. Průmyslová integrace

Největší inovace se odehrává v oblasti kybernetiky a umělé inteligence. Přináší stroje rozvíjející v oblasti učení se, samo optimalizujících se, samo diagnostikujících se, samo rekonfigurujících se systémů v distribuovaném prostředí. Úlohy jsou to mimořádně náročné na výpočty a jejich zavedení do průmyslové praxe bude vyžadovat určitou dávku motivace a odvahy.

Koncept Průmyslu 4.0 je založen na průmyslové integraci spojené s informačními technologiemi v návaznosti se zpracováním dat v reálném čase. Integrace má tři pilíře dle Maříka (2016):

1. *Vertikální integrace výrobních systémů*

Jde o provázání napříč hierarchickou a řídicí strukturou podniku. Setkávají se zde dvě odvětví – řídicí techniky a automatizace s odvětvím vývoje informačních systémů.

2. *Horizontální integrace*

Je aplikována napříč dodavatelským řetězcem. Zapojeny jsou zde řetězce od dodavatele přes výrobce až po distribuci koncovému zákazníkovi s následným servisem. Sdílení dat celého procesu zvyšuje flexibilitu celého procesu. Snižuje zásoby a výrobní náklady, ale závisí na dostupnosti vysokorychlostního internetu.

3. *Integrace všech inženýrských procesů*

Jedná se o integraci v rámci celého životního cyklu produktu. Jedná se o základní nástroj pro získání zpětné vazby a řízení procesů dle individuálních potřeb zákazníka.

Dalšími prvky, které je nutné v oblasti integrace zmínit, jsou: analýza velkých dat, autonomní roboti, komunikační infrastruktura, datová a cloudová úložiště, aditivní výroba, rozšířená realita, sensory. (Mařík, 2016)

- *Analýza velkých dat (Big Data)*

Jsou data přesahující současné databázové technologie v rozsahu peta bitů (10^{15} bytů) a větší. Jedná se o data obrazová a textová pocházející z provozu na internetu, data z různých čidel a senzorů sledujících proces a logistiku výrobního závodu. Data je potřeba analyzovat a zpracovávat. Velká data v průmyslu slouží k optimalizaci výroby, podpůrných činností, distribuci a souvisejících služeb. (Mařík, 2016)

- *Autonomní systémy*

Robotizace je jednou ze základních konceptů Průmyslu 4.0, která vede ke zvýšení produktivity práce a zvýšení konkurenceschopnosti. Podpora robotizace je potřeba na všech úrovních výrobního řetězce – nejen v samotné výrobě. Nejnovější generací robotů vhodnou pro zavedení do výroby jsou autonomní roboti, které je možné jednoduše programovat. Umožní tím práci robotů v provozu s měnícím se charakterem výroby. (Mařík, 2016)

Nová myšlenka, nad kterou se uvažuje, je sdílené využívání robotů mezi podniky. Výhodou je nižší počáteční investice ve všech segmentech průmyslu a přínos ve formě zvýšení produkce. Vzájemné propojení robotů povede k lepší optimalizaci a vývoji jejich programů. Otázkou a možnou nevýhodou je přístup firem (ve stejném, či podobném odvětví) k paměti robotů. Ta je jednoduše zneužitelná a mohla by navádět k průmyslové špionáži. (Mařík, 2016)

- *Komunikační infrastruktura*

Velký potenciál má zařízení sloužící k vzájemné obousměrné komunikaci monitorovacích zařízení (M₂M), která za posledních několika let vzrostla a bude přirůstat exponenciálně. Oblast jejího použití není omezena a může být naprosto kdekoliv. Na mezinárodní úrovni se jí telekomunikační unie zabývá a přistupuje k prvním opatřením a k vývoji globálního konceptu o řízení komunikace internetu se zařízeními. (Mařík, 2016)

- *Datová uložení a cloudové výpočty*

Přínos velkých dat přináší problém s jejich ukládáním. Velkým vývojem projdou i datová uložení, kterým se kapacita musí neustále zvyšovat. Roste i potřeba data zpracovávat odkudkoliv a kdykoliv. Neslouží jen pro ukládání, ale nabízí i různé funkce, které jsou neustále rozšiřovány. (Mařík, 2016)

- *Aditivní výroba*

Jedná se o výrobu, kdy výrobek vzniká postupným přidáváním materiálu. Díky tomu je lehce určitelné použité množství materiálu. Přesný odhad materiálu umožňuje efektivní sledování zásob a lepší řízení zakázek. Zavedení plně automatizované výroby umožňuje práci vzdáleně a zapojení pracovníků odkudkoliv. Příchod technologie vytváří nové pracovní pozice a příležitosti. Výhodou aditivní výroby je výroba rozměrově různých výrobků bez náročného hardwarového přenastavení stroje a zdlouhavého programování. (Mařík, 2016)

- *Rozšířená realita*

V oblasti rozšířené reality se nejvíce předpokládá vývoj brýlí, kde jsou hlavním důvodem volné ruce. V daleké budoucnosti se předpokládá rozvoj čoček. Využití rozšířené reality je nejpravděpodobnější ve skladu a logistice, kde je pracovník navigován po skladu a na velké vzdálenosti mohou být rozeznávány objekty pomocí čtení čárových kódů. Tím se orientace po skladu stává jednodušší, rychlejší a přehlednější. V oblasti dopravy se jedná o zobrazování navigace na skle nebo na brýlích. V případě value-services se jedná o zobrazování montážního plánu a následná montáž je prováděna

pracovníkem. Umožní bez školení skládat různé prvky, protože pracovník bude vizuálně veden k montáži výrobku. Takovou montáž je možné aplikovat i u demontovatelných výrobků, které jsou sestavovány zákazníkovi na místě. (Mařík, 2016)

- *Senzory*

Cílem oboru sensoriky je vyvinout nová automatizační zařízení, robotické průmyslové systémy, nástroje měření, snímání a zobrazování. Výroba takových zařízení se řadí do high-tech průmyslového sektoru. Důležitou oblastí vývoje bude prediktivní údržba s využitím sítí, inteligentních čidel a jejich následné zpracování pro analýzu a predikci chyb. (Mařík, 2016)

- *Kybernetika a umělá inteligence*

Jedná se o nejdůležitější část celé koncepce Průmyslu 4.0. K prosazování myšlenek Průmyslu 4.0 v oblastech výroby a služeb je objevuje nový přístup řízení. Současný centralizovaný přístup řízení je zapomenut a přechází se k přístupu decentralizovanému.

Myšlenky se přizpůsobují moderní teorii, kdy se prvky (agenty) nechávají mezi sebou autonomně komunikovat dle jejich vlastního rozhodnutí. Díky agentovému plánování, umožňujícímu dynamicky reagovat na probíhající změny, můžeme očekávat vyšší efektivnost v pracovním procesu. Vzniklá data v systémech budou mít vysokou hodnotu. (Mařík, 2016)

- *Bezpečnost systémů*

V řešení jsou nové projekty pro automatizované hodnocení softwarů z pohledu jeho bezpečnosti za pomoci metod umělé inteligence. Ovšem problém s bezpečností nebyl doposud vyřešen a v dohledné době pravděpodobně tato metoda zavedena nebude. V podnicích a institucích budou vznikat vysoce kvalifikované a dostatečně personálně vybavené týmy zabývající se bezpečností. Týmy budou řešit otázky týkající se nejen počítačové bezpečnosti, komunikačních pravidel, ale i otázky systémové a globální bezpečnosti související s celou architekturou. V systému bude umožněno přepínat mezi jednotlivými stupni zabezpečení. Klíčovou komunikační kontrolu bude mít stát. (Mařík, 2016)

3.3.5. Předpoklady a vize Průmyslu 4.0

Umožňuje provádění pracovní aktivity vzdáleně přes internet. Východisko je nové socio-ekonomickém chování lidí a lidské společnosti, předpokladem jsou nezbytné kroky v technologické přípravě s využitím nejnovějších kybernetických a ostatních moderních

technologií a metod. Předpokládá se změna izolovaně využívané robotické a počítačové podpory výrobních či administrativních úloh. S tím souvisí náhlý vývoj nových komunikačních technologií, výpočetních technologií, umělé inteligence a výzkum a vývoj nových materiálů.

Prudká inovace lze přirovnat podle Maříka et al, 2015 k Mooreovu zákonu. Klíčové parametry ICT technologie se každých 18 měsíců dvojnásobně zlepšují. Nutno s tímto v Průmyslu 4.0 počítat a zůstat otevřený novým řešením a standardizací všech rozhraní, které povedou k neustále a nekončící modernizaci. (Mařík et al, 2015)

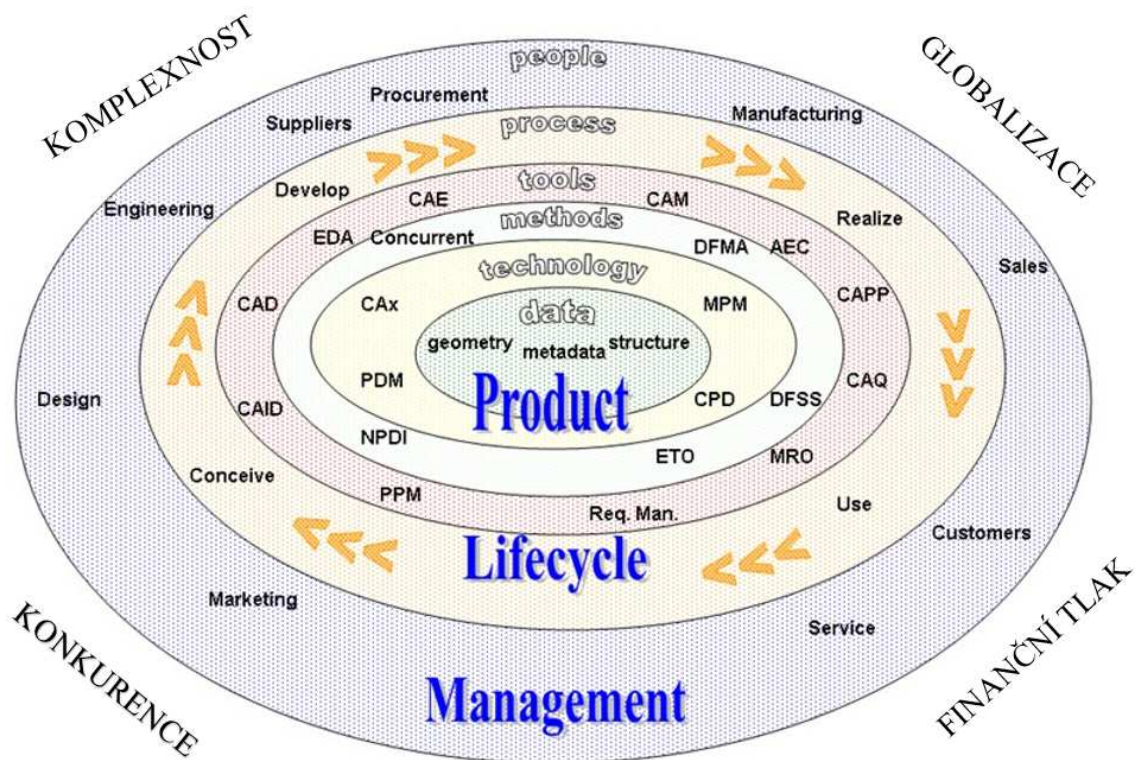
3.4. Moduly PLM systému a postupy související s Imos CAD/CAM a konfiguratory nábytku

Řízení výroby potřebuje pro správnou funkci využívat široce promyšlené informační technologie. Důležitou oblastí je plánování výroby, optimalizace, sledování skutečného průběhu a integrace se souvisejícími subsystemy, které jsou tak náročné na výpočty, že si bez počítačů jejich efektivní řešení nelze představit. Potřeba inovace vyvolává poptávku na trhu softwarů pro řízení výroby. Častá podoba softwarů nese podobu univerzálního řešení, kde lze s malými úpravami aplikovat u všech uživatelů stejný software. Takový software však není vhodný pro žádnou firmu. (Keřkovský & Valsa, 2012)

Informační systémy řízení výroby musí především odpovídat přijaté obchodní a na ní navazující výrobní strategii. Pro top management je těžké rozhodování o vybudování informačního systému řízení výroby, tj. o zakoupení potřebného softwaru a hardwaru. Ceny nového zařízení se pohybují v řádech milionů či desítkách milionů korun. V takovém rozhodování se jedná o strategické rozhodování ovlivňující chod firmy a požaduje expertní znalosti z oblastí řízení výroby, aplikací informačních technologií a dalších oblastí. Informační technologie musí v rámci celé organizace sloužit takovým způsobem, aby díky tomu byly naplněny všechny strategické cíle a zároveň se zefektivnil celý systém – zejména vhodným využitím všech prvků, které vychází z informačních technologií. (Keřkovský & Valsa, 2012)

3.4.1. Řízení životního cyklu výrobku (Produkt lifecycle management PLM)

Na trhu bohužel neexistuje ucelený systém pro podporu řízení životního cyklu. Vznikají pouze jeho dílčí části, které na sebe většinou nenašazují. Částí PLM systémů jsou lidé, procesy, nástroje, metody a technologie na geometrická data a metadata. Všechny části musí být flexibilní. (Ševčík, 2010)



Obrázek 4: Moduly PLM systému s působícími vnějšími vlivy. (Ševčík, 2010)

Na obrázku Obrázek 4 jsou v elipsách zobrazeny zkratky základních pojmů, o kterých hovoříme v souvislosti s PLM systémem. Tato oblast je ovšem enormně rozsáhlá a pokrytí celé oblasti není v praxi možné. Pokud by se toho chtělo dosáhnout, znamenalo by to totální integraci zpracování veškerých informací v organizacích a firmách pomocí zabezpečené komunikace a informačních systémů. (Ševčík, 2010)

Ze současných PLM systémů jsou nejvýhodnější ty, které jsou přímo napojeny, spojeny či jsou součástí CAD dat. Systémy zavádějí a využívají vhodné parametry sdílené s většinou modulů PLM systémů. Převodem CAD dat do jiných systémů vznikají problémy s přenosem všech dat. Protože CAD firmy mění strukturu zápisu souboru a výměnné formáty, kterými jsou např. STEP, IGES a další, ztrácí cenná data jako historii modelu, jeho stavbu a popisy. (Ševčík, 2010)

Současné nabízené PLM systémy se základem CAD jsou podle (Ševčík, 2010):

- PLM 2.0 – od firmy IBM – systém je postaven na pěti pilířích zosobňovaných aplikacemi. První je 3Dvia V6, která tvoří moderní technické dokumentace se zapojením nástroji pro zpracování funkčních tolerancí. Druhou je Enovia V6, obsahuje otevřené prostředí pro on-line spolupráci nad datovou databází. Třetí je Delmia V6, která obsahuje plně integrované řešení pro zpravu dat. Čtvrtou je Simulia V6 kde se tvoří náročné virtuální analýzy. Poslední pátou je Catia V6

obsahující asi nejkomplexnější CAD. Pro komunikaci mezi moduly používá systém SOA (Service Oriented Architecture) založený na integraci pomocí XML kódu používající webové služby.

- PDM NX – od firmy Siemens – jedná se o systém NX sloučený se systémem Ideas. (Ševčík, 2010) NX systém nabízí portfolio plně asociativních průmyslových aplikací (Siemens, 2017). Pokrývá celý rozsah vývojových procesů produktového designu, výroby a simulací. Mezi další produkty firmy Siemens pro PLM softwarů patří (Siemens, 2017):
 - Teamcenter – optimalizuje globální operace.
 - Active Integration – rozšíření pro Teamcenter umožňující integraci s dalšími systémy.
 - Solid Edge

Budoucnost PLM systémů bude postavena na získávání dat z CAD dat. Lze tedy uvažovat o tom, že PLM systémy budou vyvíjet firmy tvořící CAD softwary. Počítá se zavedením nejprve do velkých firem a následné šíření softwaru do menších firem. Aby vůbec takový systém vznikl je potřebná komunikace mezi jednotlivými moduly systému.

Podle Ševčíka (2010) je nutné pro funkci PLM systému následující věci:

- Násobně zvýšit výkon výpočetní techniky.
- Zavést jednotnou programovací platformu.
- Vytěžit maximum z CAD dat.
- Zavedení propracovaných CAD technologií s inteligentními modely.
- Propojení CAD dat s ostatními typy dat.
- Naprogramovat chybějící moduly.

Představeno a porovnáno s Imosem bude jen několik částí PLM systému, které spolu souvisejí, nebo je možné pro ně připravit data. Moduly, kterým bude věnována pozornost jsou:

- ERP – Enterprise Resource Planning – plánování podnikových zdrojů
- DFMA – Design for Manufacturing and Assembly – návrh (konstrukce) pro výrobu a montáž
- CIM – Computer Integrated Manufacturing – výroba integrovaná počítačem
- CAE – Computer Aided Engineering – počítačem podporované inženýrství
- PPS – Production Planning Systems – výrobně plánovací systém

- CAPP – Computer Aided Production Rnguneering – 3.3.6. počítačová podpora návrhu
- CAD – Computer Aide Design – počítačem podporovanou konstrukci
- CAM – Computer Aided Manufacturing Assembling – počítačem podporované řízení výrobních procesů
- PPS – Production Planning Systém – plánování a řízení výroby
- CAQ – Computer Aided Quality – počítačem podporovaná kontrola jakosti
- SCM – Supply Chain Management – řízení dodavatelských řetězců
- CRM – Customer Relationship Management – řízení vztahů se zákazníkem

3.4.2. Plánování podnikových zdrojů ERP (Eterprise Resource Planning)

Jsou to softwarová řešení užívaná k řízení podnikových dat a pomáhají plánovat celý logistický řetězec nákup→sklad→výdej materiálu, řízení zakázek od přijetí až po realizaci včetně plánování vlastní výroby a nákladového účetnictví i řízení lidských zdrojů. Systém umožňuje automatizovat a integrovat jeho hlavní podnikové procesy, vzájemné sdílení dat a jejich dostupnost v reálném čase. (Basl & Blažek, 2012)

Přínosem ERP systémů je podpora činností začínající impulzem od zákazníka a končící vystavením faktury. Díky jednomu komplexnímu systému je zjednodušována kontrola, monitorování a řízení zakázek. Všeobecná kontrola zakázky je dále jednoduše zjištělná i pro zákazníka, který může celý proces sledovat. (Čech & Bureš, 2009)

Systém ERP je jedním ze součástí PLM. Systém CIM je součástí ERP.

Integrací softwaru Imos do ERP systému dochází k využívání ERP systému naplno. Imos dodá data, která potřebuje ERP, a dále je distribuuje.

3.4.3. Návrh (konstrukce) pro výrobu a montáž DFMA (Design for Manufacturing and Assembly)

Výroba znamená vyrobění jednotlivých dílů výrobků či sestavy. Montáž je umístění, nebo spojení těchto dílů nebo sestav za účelem vytvoření hotového výrobku. (Ševčík, 2010) Podle Ševčíka (2010) není montáž brána za výrobní postup. Termín „návrh (konstrukce) pro výrobu“ (dále v textu DFM) je vyrobitelná položka dílů ze kterých je možné zkompletovat výsledný výrobek. Pod pojmem „návrh (konstrukce) pro montáž“ (dále v textu jako DFA) rozumíme snadno smontovatelný výrobek. Z toho vyplývá pojem „návrh (konstrukce) pro výrobu a montáž“ (dále v textu DFMA) je pouze kombinace DFA a DFM. (Ševčík, 2010)

Má tři činnosti podle Ševčíka (2010):

1. Základ pro souběžné inženýrství, zaměřené na vedení vývojových týmů k jednoduššímu tvaru výrobku, dosažení nižší ceny montáže a výroby se zahrnutou možnou modifikací výrobku.
2. Nástroj pro zjišťování konkurenceschopnosti výrobku se zjištěním problémů montáže a výroby.
3. Předpoklad zjištění ceny výrobku.

Objevem v DFMA bylo zjištění zjednodušení výrobku snížením jeho počtu dílů a pomocí DFA se sníží montážní náklady. Díky správnému provedení DFMA je možné odhadování montážních a výrobních nákladů v co nejranější fázi výroby. To je fáze výroby nového výrobku, kde se při jeho návrhu začíná skicami a pokračuje prací v CAD programech vedoucí k vytvoření výkresové dokumentace. Ta se předá výrobě a montáži, kde ji použijí k vytvoření finálního výrobku. Často se při takové výrobě prototypu lze setkat s nedostatky a chybami, které potřebují konstrukční úpravy. Pokud jsou úpravy příliš rozsáhlé, mohou vést až ke zdržení celé výroby. Toto je vysvětlení, z jakého důvodu je nutné brát výrobu a montáž v potaz již v návrhové části výrobku. Ba dokonce počítat s tím tak brzy, jak jen to je možné, protože 70 % ceny finálního výrobku je dáno konstrukčním řešením výrobku. (Ševčík, 2010)

Výhodami DFMA podle Ševčíka (2010) jsou:

1. Snížení prodejního času a zlepšení kvalit
 - je považováno za více důležité než snižování nákladů
2. Systematický postup analyzování návrhu z hlediska výroby a montáže
 - výsledkem by měl být jednodušší a lehce smontovatelný výrobek
3. Snížení počtu dílů vedoucí ke snížení ceny
 - se snížením počtem prvků se snižuje počet výkresové dokumentace, specifikace, nákupu, skladování a výroba nebude potřeba
4. Nižší počet prvků
 - má za následek snížení režijních nákladů
5. Podpora spolupráce týmů ve firmě a souběžné řešení problémů

Metody pro vyhodnocení obtížnosti montáže se zjišťují podle mnoha kritérií. Jedná se většinou o vynášení hodnot do tabulky a následné odečítání jejich výsledků. (Ševčík, 2010)

Imos umí vygenerovat pro montáž výkresy tzv. „rozpadu“ výrobku identifikující konkrétní pozice dílců ve výrobku.

3.4.4. Výroba integrovaná počítačem CIM (Computer Integrated Manufacturing)

CIM jsou všechny integrované počítačové systémy výroby. Vycházející z počítačové grafiky – CIM je tedy jeden z prvků PLM. Tento systém zahrnuje řízení celého výrobního podniku a koordinuje tok informací od myšlenky po vlastní realizaci. (Sadílek, 2010)

Cílem zavádění integrované výroby počítačem dle Sadílka (2010) jsou:

- Snížení materiálové a energetické náročnosti
- Zvýšení produktivity práce
- Zkrácení průměrné doby vývoje a výroby výrobku
- Zvýšení časového a výkonového využití výrobních zařízení
- Zlepšení hygieny práce
- Zvýšení kvality výrobků a výroby

Software Imos generuje data z CAD dat, která jsou vytvářena jedním člověkem a dále šířena. Mohou být ukládána na místo všemi přístupné, aby k nim měli všichni přístup. Z CAD dat jsou generována data čitelná strojem. Odpadá tedy ruční vytváření CAM dat, které vede ke zvýšení produktivity práce.

3.4.5. Počítačem podporované inženýrství CAE (Computer Aided Engineering)

CAE jsou všechny operace ve vývojově-návrhové činnosti. (Peterka & Janáč, 2002) Slouží k analýze geometrických dat získaných v CAD návrhu. Umožňuje simulaci navržených objektů v extrémních pracovních podmínkách – následná simulace slouží k odhalení chyb. Zkoumání je zde zahrnuto jak statické, ale lze napodobit i kinematiku, dynamiku, metodu konečných prvků, přestup tepla a další. (Sadílek, 2010) Jedná se o všechny činnosti ve vývojově-návrhové etapě.

3.4.6. Výrobně plánovací systém PPS (Production Planning Systems)

Jde o využití počítače pro celou paletu úloh plánování a řízení výroby. Cílem plánování je maximální využití vlastní výroby z hlediska kapacitního, ekonomického a časového v závislosti na potřebách obchodních útvarů. (Sadílek, 2010)

Výrobně plánovací systémy mají svá označení (Sadílek, 2010):

- PPC (Production Planning and Control)
- MRP (Manufacturing Resource Planning)

- PMS (Production Management System)

V praxi si lze PPS představit jako grafické systémy s podporou dílenského řízení. Jejich výstupem je on-line grafické znázornění aktuální situace v dílně, kapacitní a termínované plánování za pomoci grafické plánovací tabule s rozsáhlými plánovacími stupni. Ve vhodném propojení systémy tvoří účinnou řídicí a podpůrnou koncepci. (Sadílek, 2010)

Data z Imos jsou využitelná v systémech plánování výroby. Například informace o časech výroby.

3.4.7. Počítačová podpora návrhu CAPP (Computer Aided Process Planning)

Zde je zahrnuta počítačová podpora při návrhu a tvorbě technologické dokumentace. Konkrétně se jedná o zpracování technologické dokumentace obsahující informace: CO, JAK, KDE, ČÍM a za JAKÝCH PODMÍNEK se bude výrobek vyrábět. Pod CAPP systémem si lze předsvít všechny formy dokumentů (slovní, obrázkové NC programy), které mohou nést výše zmíněné informace a propojují CAD a CAM. (Peterka & Janáč, 2002)

Software Imos je určen jako CAD/CAM systém zajišťující návrh a data pro výrobu výrobku.

3.4.8. Počítačová podpora výrobního inženýrství CAPE (Computer Aided Production Engineering)

Je to subsystem počítačově integrované výroby CIM. Zahrnutý zde jsou všechny činnosti spojené s výrobou komponentu, tj. programování výrobní techniky, obslužných, dopravních a skladovacích zařízení, měření, zkoušení a diagnostika součástí. Snaží se odpovědět na otázky: Jak nejlépe obrábět? Jaké metody, nástroje a stroje použít? Jak obrobít na co nejmenší počet upnutí? Jaké jsou nejvhodnější upínací přípravky? Díky tomuto systému dosáhneme zkrácení času uvedení nového výrobku na trh. (Sadílek, 2010)

CAPE je obsah vývoje, na základě kterého je prováděno následné programování softwaru Imos pro efektivní obrábění.

3.4.9. Počítačový návrh CAD (Computer Aided Design)

Jedná se o počítačem podporovaný návrh konstrukční dokumentace. Postupně se přechází z 2D konstrukce k vyspělejšímu 3D modelování. U 3D modelů jde o systém interaktivního modelování a konstruování geometrických modelů a objektů. Modely

mohou nést fyzikální vlastnosti, analyzovat a simulovat navrhnuté vlastnosti. (Peterka & Janáč, 2002)

CAD data jsou vytvářena ve 3D kombinaci několika modelovacích technik v programu Imos. Jedná se o tzv. „hybridní konstrukce“, díky kterým lze jednu úlohu řešit několika různými nástroji. (Wood Software)

3.4.10. Počítačová podpora výroby CAM (Computer Aided Manufacturing)

Podle Peterky (et al., 2002) lze na CAM nahlížet ze dvou pohledů. Jedním z nich je definice konkrétního výrobního procesu na CNC strojích. Druhým je komplexní výrobní proces řízený počítačem včetně dopravy, měření, kontrolování, řízení robotů a dalších úkonů řízených počítačem.

Software Imos generuje CAM data, programy pro stroje jsou okamžitě dostupné pro výrobu. Eliminuje manuální přípravu programů pro stroje a vytváří strojově přesná data. Jednotlivé obráběcí operace mohou být rozděleny pro více strojů.

3.4.11. Plánování a řízení výroby PPS (Production Planning System)

Úlohou systému je plánování a řízení výroby.

Imos dodá informace, co se bude vyrábět, kolik toho bude a jak se to bude vyrábět.

3.4.12. Počítačová podpora řízení kvality CAQ (Computer Aided Quality)

Jedná se o nástroj vstupující do procesu technické přípravy výroby a vlastní výroby se zaměřením na kontrolu výrobku a řízení kvality. Hlavní náplní je kontrola výrobních plánů, technické dokumentace, diagnostika výrobních zařízení a výstupní kontrola. Cílem systému je zvýšení kvality výrobku. (Peterka & Janáč, 2002)

Imos se na kontrole kvality nepodílí. Jelikož se jedná o databázový systém a všechna data jsou zapsána v tabulce, je možné pomocí moderních softwarů kontrolovat data v tabulce.

3.4.13. Řízení dodavatelských řetězců SCM (Supply Chain Management)

Je to soubor nástrojů a procesů sloužících k optimalizaci řízení a k maximální efektivitě provozu všech prvků celého dodavatelského řetězce, který bere ohled na konečného zákazníka. Konkrétně jde o propojení, spolupráci, sdílení informací, plánování, koordinování postupu a výměny informací mezi partnery v řetězci. (Basl & Blažek, 2012)

Cílem současných aplikací je zaměřením se na zvýšení zákaznické spokojenosti, kterou uspokojují např. podílem zákazníka na výsledné konfiguraci produktu, trvalém informování zákazníka o stavu objednávky, snížením zpoždění objednávky, řešením

neočekávaných situací v průběhu řešení objednávky v rámci celého řetězce. (Basl & Blažek, 2012)

3.4.14. Řízení vztahů se zákazníkem CRM (Customer Relationship Management)

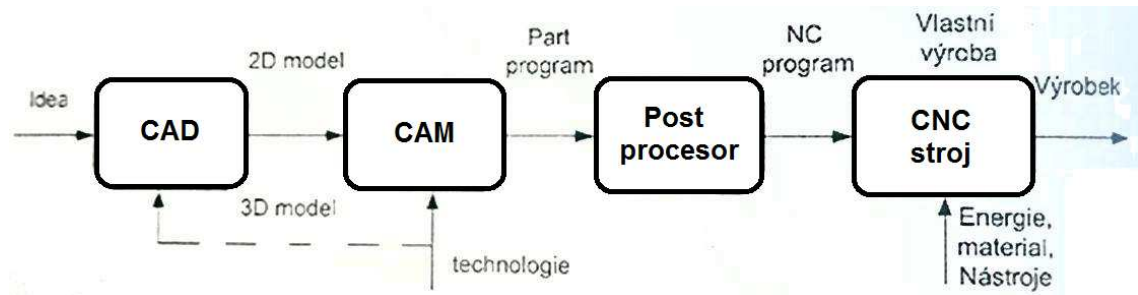
Jedná se o komplex technologií podnikových procesů a personálních zdrojů určených pro řízení a průběžné zajišťování vztahů se zákazníky podniku. Jedná se o podporu v oblastech obchodní činnosti, prodeje, marketingu a zákaznických služeb. Systém CRM získává indikátory výkonnosti v rámci zákaznického životního cyklu a tím se zvyšuje interní efektivita a cílenost různých akcí (např. marketingových). (Basl & Blažek, 2012)

Imos má silné prodejní nástroje, které lze aplikovat na různých úrovních prodeje na studiu, tak i možnost sdílení dat online a poskytnutí obchodním partnerům dostupné informace online. Obsahuje nástroje pro tvorbu návrhů interiérů s cenotvorbou, internetový obchod s vizualizací a výrobou v reálném čase.

3.5. Vlastnosti a požadavky na CAD/CAM systémy v nábytkářství

3.5.1. Konvenční postupy přípravy výroby

Jako strukturu výroby za pomoci CAD/CAM lze chápat souhrn činností na rozhraních provázející vyhotovení výrobku. Jedná se o výrobu od počáteční fáze návrhu ke konečné výrobě. (Sadílek, 2010)



Obrázek 5: Hierarchie výroby pomocí CAD/CAM (Sadílek, 2010)

Obrázek 5 zobrazuje hierarchický postup výroby. Na začátku je idea, což je cesta od myšlenky k tvorbě návrhu. Je to nejvolnější vstup do systému. Nemá žádné omezení. (Sadílek, 2010)

Po specifikování ideji se dostáváme do procesu CAD. Návrh dostane požadovaný tvar. V konvenčním postupu se jedná o návrh 2D pomocí přímek, kružnic a bodů. Nástupcem 2D je 3D model, kde je objekt specifikován pomocí drátového, plošného, objemového modelu. (Sadílek, 2010)

Dalším krokem je CAM a navázání vytvořeného modelu na výrobní technologii. Výsledkem CAM je partprogram, který je tvořen sledem příslušných adres obsahující kódy se zapsáním geometrie a technologie součásti. Tímto procesem zapisujeme obráběcí postup. (Sadílek, 2010)

Na partprogram navazuje další proces – postprocesor, který upravuje informace již pro konkrétní stroj. Přizpůsobuje obrábění konkrétním možnostem stroje. (Sadílek, 2010)

Výstupem a poslední součástí je NC program. Jedná se o soubor číselných informací odděleně popisující činnost stroje. Informace jsou zapsané v blocích v jednom řádku. Každý blok obsahuje geometrické a technologické informace. NC program se spustí a nasimuluje, popřípadě doladí, aby výroba proběhla bez kolize. Zkontrolovaný program se zašle na stroj, kde se otevře v příslušném programu. Operátor stroje upne do zvolených pozic obrobek a spustí program, podle kterého stroj obrábí. (Sadílek, 2010)

3.5.2. 2D návrh

Na začátku vývoje CAD systému byl výstupem 2D výkres. Protože 2D výkresy jsou dvourozměrné, musela technická dokumentace obsahovat tři ortogonální pohledy doplněné speciálními pohledy na detaily. Nevýhodou takové výkresové dokumentace je, že neudávají trojrozměrný objekt jednoznačně. (Peterka & Janáč, 2002)

3.5.3. 3D návrh

Jako první se vyvinul drátový model nezobrazující informace o tvarovaných plochách. Pokročilejší je plošné 3D modelování umožňující definici a analyzování tvarovaných ploch. Další vývoj 3D modelu je objemové modelování – považuje se za nejpoužívanější a nejperspektivnější prostředek zobrazení součástky. (Peterka & Janáč, 2002)

3D modely mají 2 koncepce. Jednou z koncepcí je modelování pomocí hranic nazývané jako B-rep (Boundary representation). V koncepci se modeluje pomocí plošného modelování 3D objektů, model je vyjádřitelný tabulkovou hranicí. Jednotlivé objekty jsou propojovány v závislosti na geometrickém vztahu objektů mezi sebou, kdy mají dva prvky společný prvek nebo alespoň nějakou část. Výhodou toho modelu je jednoduché zpracování informací o součástce potřebných pro generování dráhy nástroje. (Peterka & Janáč, 2002)

Druhá koncepce je modelování pomocí geometrických těles – CSG (Constructive Solid Geometry) model. Využívá se zde rozložení modelu na primitiva a modelování pomocí nich.

Výhodami 3D modelování jsou podle Peterky (et al.,2002):

1. Výpočet plošného obsahu výsledné plochy
2. Výpočet tělesa uzavřeného plochou
3. Možnost automatické generace dat pro NC obrábění
4. Možnost vytvoření sítě konečných prvků

Hybridní model přichází tam, kde je nedostačující samotná jedna (B-rep) či druhá (GSG) koncepce. Obě koncepce pak spojuje do jednoho modelu. Po vytvoření GSG modelu jej můžeme konvertovat na B-rep model, naopak to aplikovat nelze. (Peterka & Janáč, 2002)

Feature modely (*Feature modelling*) a modelování – pojem objevující se v moderních technikách modelování. Hlavní myšlenkou tohoto modelování je modifikace modelu pomocí objektů technologicky známých z technické praxe. Všeobecně pro modelování používáme pojmy profil, drážka, otvor. (Peterka & Janáč,

2002) Imos používá pro takové modelování pojmy vrtaný otvor průchozí/neprůchozí, vnější kontura, vnitřní kontra, frézovaná drážka, řezaná drážka, dlab. Jsou to pojmy běžně známe z technické praxe nábytkářského průmyslu.

3.5.4. Parametrické modelování

Parametrické modely jsou většinou složeny z několika jednodušších objektů. U jednodušších objektů jsou jejich proporce dány, změna je omezena limitní hodnotou. Často se setkáváme s tělesy, u kterých je jejich maximální objem stanoven nějakým způsobem, ovšem rozměr uvnitř maximálních rozměrů může nabývat jakýchkoli hodnot. Hodnotu nazýváme parametr. Vlastnosti parametrických objektů stanovují vztahy mezi jednotlivými jednoduššími objekty za pomoci parametrů nabývajících libovolných hodnot. Úkolem CAD softwaru je zajištění udržitelnosti všech vztahů po přiřazení hodnot do všech parametrů. (Achten, 2007)

Parametry je možno modifikovat často z jednoho místa. Tímto dochází k rychlé úpravě návrhu a vytvoření celé řady možností pouhou změnou jednoho parametru. Do parametrů nemusí vstupovat jen konečné hodnoty, ale lze zadávat i matematické vzorce, které počítající úpravu za člověka. (Peterka & Janáč, 2002)

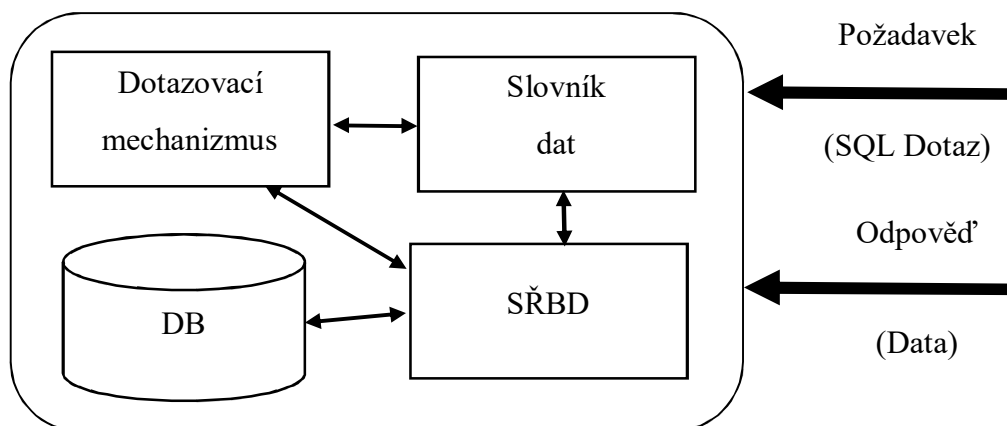
Pro pojem parametr se častěji používá název proměnná. (Peterka & Janáč, 2002)

3.5.5. Databáze

Vysvětlením databáze je cokoliv, co obsahuje data pro třídění. Příkladem mohou být soubory jmen a adres, složité soubory pro načítání a ukládání dat, které používají uživatelská rozhraní a sítě s klientskými počítači a servery. (Sheldon, 2005) Definice databáze podle Ševčíka (2010): uspořádaný seznam a matematicky přesně definovaný objekt splňující řadu kritérií. To je vysvětlení, co je databáze. Vysvětlení samotného slova je složité. Jednou z nich je: databáze je soubor dat organizovaných ve strukturovaném formátu, definovaný pomocí metadat popisujících tuto strukturu. Metadaty jsou myšleny informace o uložených datech. (Sheldon, 2005)

Databázový systém má podle (Čech & Bureš, 2009) tři části:

- Databáze – vlastní množinu dat
- Systém řízeníází dat – systém pro práci s databází a následnou zprávu
- Dotazovací mechanismus – komunikační rozhraní s uživatelem, které zprostředkuje zadání příkazů a následné jejich zobrazení



Obrázek 6.: Schéma databáze (Čech & Bureš, 2009)

Doposud používané relační databázové systémy (SQL) nebudou do budoucna dostačující, začínají se proto využívat databáze typu NoSQL. Ty používají méně strukturované způsoby uložení dat a architektura je založena na principech MapReduce, kterým je například Hadoop. Díky němu je možno data zpracovávat masivně a paralelně. Budoucností jsou propojená data (*Linked Data*), zaměřená na metody sémantického anotování (přesně definovaná struktura k lepšímu vyhledávání) a propojování dat. (Mařík, 2016)

3.5.5.1. Současné databáze

Přenos dat na podmínkové centrální počítačové databázi vedl k rychlejšímu vyhledávání dat – ovšem ne dostatečně. Integrátor, který měl na starosti vyhledávání dat, většinou nedodal data včas. (Stephens & Plew, 2004) Relační databáze sjednocují podniková data a umožňují on-line dostupnost vedoucí ke snížení nákladů v oblasti materiálových zásob, zkrácení času realizace zakázky. Všechny tyto pokroky vedou k rychlejšímu rozhodování. (Basl & Blažek, 2012)

Existují různé modely databází (Sheldon, 2005):

- *Hierarchické* – více úroňová struktura podobající se obrácenému stromu. Nadřazená tabulka může mít mnoho podřízených tabulek, ale podřízená tabulka může mít maximálně jednu nadřazenou.
- *Síťový* – Podobná předchozímu jeho struktura má tvar obráceného stromu. Tabulky jsou uspořádány do skupin, jež vztahují dvojice tabulek k vlastníkům a členům. Jakákoli tabulka může být součástí jakékoli skupiny spojené s ostatními tabulkami obsahujícími v databázi.
- *Relační* – V hierarchické či síťové databázi aplikace spoléhá na nadefinovanou implementaci databáze, kterou začlení do aplikace. Ve starších výše zmiňovaných

modelech přidáním nového atributu (sloupců), které seskupují podobná data. Data uložená v řádcích jsou nazývána skupiny.

3.5.5.1.1. *Databázový systém klient-server*

Zpracování úloh je rozděleno mezi klientské počítače a databázový server. Výhodami takových architektur jsou podle (Stephens & Plew, 2004):

- Snížení nákladů na správu
- Snížení zatížení sítě (zpracování je rozděleno na lokální počítač nebo server)
- Spolupráce více operačních systémů používajících síťový protokol
- Zdokonalená integrita dat díky centralizovanému umístění dat

Při vývoji aplikace klient-server je běžné použití jazyka SQL a relační databáze. Používáním roste potenciál k dalšímu vývoji této aplikace. (Stephens & Plew, 2004)

3.5.5.1.2. *Databázový systém lokální síť*

Umožňuje v síti vzdálené vytváření dokumentů a vzdálený přístup k datům v lokálních úložišti. (Stephens & Plew, 2004)

3.5.5.1.3. *SQL (Structured Query Language)*

Jedná se o jazyk podporující fyzickou implementaci databáze, která je založena na relačním modelu. Jedná o neprocedurální jazyk, zabývá se více výsledky operace. SQL je často používáno v kombinaci s programovacími jazyky, pro které slouží jako efektivní prostředek pro přístup k datům (Sheldon, 2005) a jeho zpracování. (Stephens & Plew, 2004)

Pomocí jazyka SQL můžeme podle (Stephens & Plew, 2004):

- Modifikovat strukturu databáze
- Měnit bezpečnostní nastavení systému
- Přidávat oprávnění uživatele pro přístup k databázím a tabulkám
- Získávat informace z databáze
- Aktualizovat obsah databáze

3.5.5.2. *Náhrada současných databází*

Jednou z již používaných databází je NoSQL databáze.

3.5.5.2.1. *NoSQL*

Doposud používané databáze mají maximální automatizaci datových záznamů do jednotlivých tabulek. Toto uskupení umožňuje efektivně realizovat jednotlivé operace zápisu dat. Neumožňuje sestavování odpovědí z různých tabulek. Tento požadavek však

umožňuje nový typ NoSQL, kde tento fakt vidíme jako krok kupředu. Při prvotním vytváření se vynakládá větší úsilí na výrobu strukturu dat, následná vyhodnocení vybraných dotazů ale bude rychlejší a systém jich zvládne vyhodnotit více najednou. Lze tedy říci o NoSQL databázi, že poskytuje specializovaná uložení pro konkrétní typy dat, umožňuje seskupení různých záznamů a replikaci dat na více uzlech. NoSQL databáze počítají s tím, že spravovaná data mohou být nejednotná a proměnlivá. (Holubová, et al., 2015)

Jednotlivé typy NoSQL databází se mezi sebou liší. Existuje několik základních typů. Podle Holoubkové (et al., 2015) jsou jimi následující:

- *Databáze typu klíč-hodnota* – Databáze ukládají prakticky jakékoliv objekty na základě unikátních klíčů. Operace nad těmito databázemi jsou poměrně jednoduché. Neposkytují žádný způsob, jak s daty manipulovat nebo vyhledávat na základě uloženého obsahu. K vyhledávání slouží pouze určitý klíč. Datový model těchto systémů je absolutně svobodný.
- *Dokumentové databáze* – Systémy ukládají a spravují různé druhy strukturovaných dokumentů, kde se předpokládá jejich samopopisný charakter. Příkladem mohou být data formátu JSON, XML a další hierarchické struktury. Databáze umožňuje přístup k dokumentům a vyhledávání v nich.
- *Sloupcové databáze* – Jedná se o tabulku, kde lze přidat do řádku sloupce bez nutnosti přidat je i do řádků ostatních.
- *Grafové databáze* – Jsou převážně určeny pro data vhodná k modelaci. Data jsou vnitřně strukturována, umožňují efektivní vyhodnocování různých grafických úloh, jako je hledání sousedů nebo cest v grafu.

3.5.5.3. *Budoucnost databází*

Mezi budoucnost v oblasti databází se řadí Propojená data (*Linked Data*) zaměřené na sémantické anotování s porovnáváním sad pocházejících z distribuovaných zdrojů na internetu. Pod nimi si lze představit sémantické značky – tyto značky identifikují jejich význam pomocí odkazu do určité znalostní domény. (Stephens & Plew, 2004)

3.5.6. Databázový návrh

Pokud je jen model, tak to může být jakékoliv těleso bez dalších vlastností. V databázové struktuře tomu tak není. Jednotlivé objekty se skládají z několika částí, kterým se přiřazují vlastnosti. Vše je zapsáno ve stromové struktuře tvořící databázi.

Databáze má nejčastěji formu tabulky. Díky tabulkovému zápisu lze s jednotlivými poli pracovat, vyhledávat a zobrazovat jejich obsah na jiném místě.

Veškeré informace jsou načítány z databáze, která je dopředu vytvořená, nebo vzniká při návrhu nového výrobku. Generovaný kusovník, ve kterém jsou zobrazeny rozměry výrobku, není nic jiného než tabulka s odkazy do databáze na pole obsahující rozměry výrobku.

Výhody databází jsou: databázová struktura používá opakovaně různé konstrukční součásti okamžitě, umožňuje propojení s jinými systémy, v databázi vznikají přehledná data, která jsou intuitivní pro práci. Umožňuje parametrizaci výrobku, ve které se jedná o nezávislé záměny komponentů a vlastností ve výrobku.

Databázový návrh výrobku umožňuje kreslit výrobek naopak než konvenční postupy. Nemusí se nejprve definovat tloušťka materiálu a druh, ale nejprve se definuje základní tvar výrobku. Po definování tvaru výrobku jednotlivým dílcům se přiřadí jejich vlastnosti a parametry, jako je tloušťka nebo materiál. Změnu vlastností jednotlivých dílců lze měnit na jednom místě i hromadně pro celý výrobek nebo skupinu výrobků, což vede ke značnému zvýšení efektivity práce.

3.5.7. Příprava CNC

CAM systémy integrovatelné do CAD systému nebo součástí komplexních CAD/CAM/CAE systémů mají výhodu provázanosti dat mezi sebou a snadnější přenos údajů a geometrických dat. Taková data je možno nazývat jako asociovaná data. Jejich disponovanou vlastností je zaručení změny počítačového modelu vytvořeného v libovolné fázi návrhu či vývoje. Změny se automaticky promítají ve všech ostatních napojených modulech. Stále se můžeme setkat se samostatně položenými CAM systémy, které nejsou navázány přímo na CAD data. (Peterka & Janáč, 2002)

Existuje celá řada systémů obráběcích strojů. Je tedy nutné přeložení dat do jazyka konkrétního řídicího systému stroje (postprocesoru). Výstupem z postprocesoru je NC program. Tyto programy pracují nejčastěji na dvou principech. Jedním z nich je vytvoření NC dat mimo CAM, jejichž vstupem do postprocesoru jsou CLDATA. Druhým typem je vytvoření NC přímo v prostředí CAM. (Peterka & Janáč, 2002)

NC data, která čte stroj, mají předepsanou strukturu. Zpravidla je tvořena posloupností adres a číselných hodnot závislých na tom, v jakém kontextu je blok v NC programu umístěn. Jedná se o začátek a konec programu, začátek podprogramu a cyklu. Struktura jednotlivých adres v bloku je definována syntaxí a musí být dodržena. Vhodnou kombinací těchto stavebních prvků vzniká optimální NC program. (Jandečka, 2007)

Začátek programu obsahuje informace závislé na konkrétních řídicích systémech. Název součásti, jméno programátora, datum atd. jsou informace základní. Doplněny mohou být i informativními informacemi. Důležité informace, které nesmí chybět, jsou programovací jednotka, způsob programování (zadávání rozměrů relativní nebo přírůstkové), základní pracovní rovina, volba počátku, definice polotovaru. (Jandečka, 2007)

Součástí programu je jednotlivá specifikace změn polohy nástroje prováděná pomocí lineární nebo kruhové interpolace. Zadáváním lineární interpolace je zajišťováno přemísťování nástroje po přímkách. Kruhová interpolace je reprezentována pohybem nástroje po kruhové dráze. (Jandečka, 2007)

Korekce nástroje je reprezentována změnou polohy nástroje vůči předchozí poloze nebo nulovému nástroji v závislosti na typu korekce. Hodnota korekce poloměru je automaticky uplatněna v programovém bloku. Její změna probíhá vždy na začátku každého bloku. Rozeznáváme dva typy korekce – na poloměr a na délku. Korekce na poloměr má dvě možnosti – bez použití korekce na poloměr značí, že střed nástroje se pohybuje po předem naprogramované dráze. Pokud dojde k zapojení korekce na poloměr, je rozlišováno najíždění nástroje k obráběnému tvaru. Korekce zleva znamená najíždění nástroje z levé strany. Korekce zprava znamená najíždění nástroje z pravé strany. Při zapojení druhé korekce na délku je respektována skutečná délka nástroje. (Jandečka, 2007)

Program musí obsahovat volbu nástroje a používaný nástroj při obrábění, který je vyměňován. S volbou nástroje souvisí volba otáček definující počet otáček při obrábění vycházející z řezné rychlosti definovaného na základě obráběného materiálu a řezné rychlosti. (Jandečka, 2007)

Konec programu je definován řadou informací závislých na konkrétních řídicích systémech. Informace obsažené na konci programu jsou například odjezd nástroje od obrobku do výchozí polohy, zastavení otáček vřetene, konec programu. (Jandečka, 2007)

3.5.8. Nové trendy vývoje v oblasti CAD/CAM systémů

Požadován je software umožňující efektivnější práci. V CAM oblasti lze očekávat podle Sadílka (2010) následující trendy:

- Aplikace nejnovějších poznatků výzkumu a vývoje
- Zavádění expertní systémy do oblasti počítačové podpory výroby s cílem efektivnějšího využívání vyřešených úloh a problémů
- Vytváření databází hotových postprocesorů a jejich využití v celku nebo využití alespoň nějaké z jeho částí
- Opouštění klasických CAD/CAM systémů a zavádění CAPE (Concurrent Art to Product Enviroment) umožňujících komplexnější řízení celého procesu od návrhu až po hotový výrobek

Podle Krále (2010) můžeme trendy vývoje rozšířit o:

- Plné využívání 3D dat spojené se simulací a analýzou
- Zvýšení možností práce v síti (intranet, internet) z hlediska přenosu, výměny a vzájemného sdílení dat mezi aplikacemi
- Podporu nových výrobních technologií (např. vysokorychlostní obrábění)

Vývoj směřuje k systému, kde se budou automaticky podle definovaných výstupních parametrů samy upravovat parametry obrábění. Příkladem by mohlo být zadání povrchu s požadovanou drsností, kdy CAD/CAM systém sám vygeneruje řezné podmínky pro konkrétní doporučený řezný nástroj. Další vývoj je očekáván v oblasti optimalizace podmínek obrábění. V současnosti se pracovníci snaží automatizovat dráhy nástroje. Mezi běžně volenými parametry by měly být efektivní ovlivnění najetí a vyjetí bříty ze záběru, korekce správného odvodu třísky a zabránit tak hromadění, volba drah nástroje podle různých křivek. (Sadílek, 2010)

Současným trendem nejmodernějších CAD/CAM systémů je výzkum nových výrobků ve virtuálním světě. Umožněn je návrh a testování realizace na virtuálním výrobku, což zkracuje čas vývoje, zvyšuje kvalitu a snižuje náklady nového výrobku.

Vývoj technologie virtuální reality přenášející člověka do virtuálního světa je velmi intenzivní a její rozsáhlejší praktické využití je zatím limitováno několika faktory. Jedním z nich je náročnost na výpočtovém výkonu pro zobrazování výrobků v reálném čase. Z tohoto důvodu je současný virtuální svět omezen jen na základní data umožňující výměnu informací mezi těmito světy. Člověk je stále omezen technickými prostředky, které by zajišťovaly dostatečnou manipulaci s objekty ve virtuálním světě. (Král, 2010)

3.6. Výroková logika

Vytvořená CAD data obsahují parametry pomoci, kterými se modifikuje a mění výrobek. Mají určená pravidla pro vstup doplňujících parametrů do výrobku. Jednoduchým příkladem může být ve skřínce volba přední plochy. Je na výběr skříňka se dveřmi nebo se zásuvkou. Zvolí-li se dveře, následuje specifikace, o jaké dveře se jedná (levé, pravé nebo dvoukřídlové). Nezevolí-li se dveře, zvolí se zásuvka a následně se specifikuje zásuvka a vybírá se kování. Zobrazení vždy správných polí se děje pomocí logiky. Nikdy se nesmí zobrazit při volbě dveří výběr parametrů zásuvky, a naopak při zvolené zásuvce se nesmí zvolit dveře. Logika je silný nástroj, kde se pomocí vstupujících parametrů a podmínek vytváří správné zobrazení oken konfigurátoru pro správnou konfiguraci výrobku. Tento příklad byl popsán pouze jednoduše na zobrazování a výběru jednoduché věci.

Bez logiky by konfigurátor nemohl vzniknout. Stojí nejen za zobrazováním polí, ale určuje konstrukci výrobku a dalších operacích. Operace, které se pomocí logiky utvářejí jsou: výpočty, záměny, přiřazování, kontrola, zamykání, aktivace polí. K takovým úkonům slouží výroková logika a její logické operace.

Logika podle (Raclavský, 2015) je věda o vyplývání. Vyplývání je určitý vztah mezi větami a množinami vět. Věty z množin se nejčastěji nazývají premisy (předpoklady). Vyvozovaná věta se nazývá konkluze (závěr). Výroková logika je vyjadřovacím prostředkem matematiky. Logika je jednou z nejdůležitějších částí celého katalogu. V katalogu se s ní uživatel setkává na všech úrovních, aniž by si to uvědomoval.

Logika se zabývá usuzováním, dokazatelností, vyvrátitelností a pravostí úsudku nebo výroku. (Mendelson, 1997) Platný úsudek je tehdy, když jeho závěr vyplývá z předpokladů. (Raclavský, 2015)

V katalozích se lze setkávat s výrokovou logikou, která je podle (Raclavský, 2015) vysvětlována jako „logika zkoumající výroky“. Výrok je obecně chápán jako oznamovací věta, která je pravdivá nebo nepravdivá. Výrok je věta, ovšem ne každá věta je výrok. Věty rozkazovací, tázací nejsou výroky, protože na ně není jednoznačná odpověď – pravda nebo nepravda.

3.5.1. Logické operace

Logické operace se tvoří skládáním logických členů, které tvoří výrok. Výsledkem výroku je zase výrok s pravdivostní hodnotou kladnou či zápornou. (Mendelson, 1997) Ke složení jednoduchých výroků do složených výroků se používají

výrokové spojky, někdy nazývané operátory. Těm odpovídá v jazyce gramatická spojka „nebo“. Výrokové spojky můžeme chápat jako nositele pravdivostních funkcí. Jednoduché výroky jsou nositelem pravdivostních hodnot a pravdivostní funkce jsou vyjádřeny výrokovými spojkami. Klasická VL je dvouhodnotová, pracuje se dvěma pravdivostními hodnotami, pravdou a nepravdou. (Raclavský, 2015)

Negace

Negace se řadí mezi základní logické členy a slouží pro negování výroku. Negací je v jazycích vyjadřována pomocí „ne“ a je to nesouhlas či popírání celého výroku. V některých případech je negace používána k obracení pravdivostí hodnot výroku, na kterém je aplikována. (Raclavský, 2015)

Konjunkce

Jedná se o základní logické členy sloužící ke spojování dvou vstupních hodnot, jejichž společný výsledek je pravda. (Mendelson, 1997)

Konjunkce se používá při složených výrociích, jsou-li oba pravdivé nebo se sčítají. Ekvivalentem pro vyjádření konjunkce v češtině je spojka „a“. (Raclavský, 2015)

Disjunkce

Je řazena mezi základní logické členy sloužící pro rozdělení, odloučení, logický součet výroku, rozdělení prvků zařazených v jedné skupině. (Mendelson, 1997)

Disjunkce se vyjadřuje v jazyce pomocí spojky „nebo“. Lze mluvit o disjunkci jako o nevylučovacím nebo. Neví se totiž, zda se jedná o pravdivý výrok nebo o nepravdivý výrok, Popřípadě oba výroky jsou pravdivé současně. (Raclavský, 2015)

Implikace

Jedná se o logickou operaci obsahující dvě proměnné, porovnávající, zda je jejich hodnota nepravda, jen tehdy, pokud hodnota první proměnné je pravda a druhá je nepravda. (Mendelson, 1997)

Implikace lze v jazyce vyjádřit spojením „jestliže“, „pak“. Vysvětlením implikace může být: ve výroku jsou dvě odlišné proměnné, jejich hodnota je nepravda, pokud hodnota první proměnné je pravda a druhé je nepravda. (Raclavský, 2015)

Ekvivalence

Ekvivalence je základním logickým operátorem určujícím, zda dva výroky mají stejné tvrzení. Oba výroky jsou pravda nebo nepravda. (Mendelson, 1997)

Ekvivalence je nejlépe vyjádřitelná obraty „právě tehdy, když“, „tehdy a jen tehdy“. Věta ve tvaru ekvivalence je pravdivá pouze tehdy, pokud jsou oba výroky pravdivé nebo nepravdivé. (Raclavský, 2015)

3.7. Základní vlastnosti Imosu pro využití v nábytkářství

Systém Imos je software určený pro nábytek a interiéry. Je to propracovaný databázový nástroj pro přípravu konstrukčních, grafických, technických a administrativních dat v nábytkářské výrobě. (Wood Software)

Systém Imos je rozdělen do čtyř základních modulů CAD – CAM – NET – DATA. Díky těmto čtyřem modulům je systém přizpůsobitelný pro všechny typy nábytkářské výroby.

3.7.1. Příprava výroby – Imos CAD

Modulem Imos CAD se práce primárně nezabývá. Na Mendelově univerzitě v Brně již vznikla práce zabývající se konstrukční částí s názvem: MODELOVÁNÍ NÁBYTKOVÝCH OBJEKTŮ A TECHNOLOGICKÉ APLIKACE. Autor práce Pavel Kamenčák, rok 2010/2011. Práce je vytvořena ve starší verzi Imosu, ovšem princip je stejný.

V Imosu začíná kreslení výrobku definováním tvaru výrobku. Následně jsou na výrobek přiřazovány dílce, které se skládají ze základního materiálu opatřeném povrchem. V posledním kroku je definována poloha následujících dílců ve výrobku a jejich spojení.

V práci se bude vyskytovat pojem proměnná, která zde bude vysvětlena. Proměnná je součástí modelu umožňující záměnu. Například výměnu dveří za rámové, nebo výměnu zásuvky za niku.

3.7.2. Výroba – Imos CAM

Imos CAM zajišťuje propojení CAD dat s CNC stroji a generuje programy. Programy jsou okamžitě k dispozici bez zásahu operátora stroje. Podporováno je velké množství strojů, pro které Imos CAM generuje data.

3.7.3. Prodej

Moduly Imosu lze aplikovat pro lokální prodej na studiu, ale také umožňuje sdílení veškerých dat online pro obchodní partnery. Používán je zde konfigurátor nábytku. Modul Imos PLAN sloužící pro CAD návrh interiérů, rendering a cenotvorbu. Internetový obchod Imos NET slouží pro návrh, vizualizaci a výrobu zcela v reálném čase. Pro propojení dat s Imosu softwarům třetím stranám slouží Imos Interface.

3.7.4. Data – Imos DATA

Pro Imos jsou v databázi modely s kováním od nejznámějších výrobců ihned k použití. Případnou přípravu dat je firma distribuující Imos ochotna pomoci vytvořit.

4. Postup práce – Materiál a metodika

Práce bude rozdělena do 2 hlavní částí:

I. Část

- Vysvětlení pojmu konfigurátor
- Analýza průzkumu konfigurátorů volně dostupných na internetu
- Zjištění konfigurovatelného nábytku na internetu
- Analýza současného stavu nábytkářského průmyslu
- Soupis vybraných PLM modulů a souvislosti s Imos CAD/CAM
- Zjištění požadavků na moderní CAD/CAM systémy v nábytkářském průmyslu
- Vysvětlení logiky pro pochopení konfigurátoru

II. Část

- Popsání postupu vytvoření vhodných dat do konfigurátoru
- Popsání postupu tvorby menu konfigurátoru
- Popsání společných konstrukčních prvků
- Vysvětlení typů polí, se kterými se uživatel katalogu setká
- Zpracování logických návazností pro kuchyňský nábytek
- Vypracování menu pro změnu logických návazností
- Výpočet možných konfigurací ve vytvořeném menu konfigurátoru
- Dokázání vhodnosti softwaru Imos pro použití v moderním nábytkářském průmyslu

5. Návrhy konfigurované sestavy – Výsledky práce a jejich uplatnitelnost v praxi

5.1. Postup

Aby katalog pro prodej byl použitelný na internetu, je zapotřebí vytvořit základní data v části přípravy výroby dat. K tomu nám poslouží modul Imos CAD. Zde vytvoříme a konstrukčně zpracujeme parametrické výrobky provázané proměnnými, se kterými se bude dále pracovat. Na proměnné byl kladen velký důraz, protože správně zvolená struktura proměnných je základním předpokladem pro jednoduchou a snadnou správu dat – hlavně v oblasti rozšiřování následného katalogu. Aby se tohoto dosáhlo, jsou samotné proměnné zařazeny do rodin, kde na úrovni rodiny probíhá samotná změna.

Výstupem přípravy katalogu v základní části Imosu CAD jsou plně parametrické 3D modely výrobků zapsané v databázi, které si nesou informace o jednotlivých dílcích vstupujících do výrobku. Jednotlivé dílce jsou nositelem informací potřebných pro výrobu a CNC stroje, jako jsou kusovník a výrobní štítek s čárovým kódem. Dílce obsahují informace pro kalkulaci ceny. Na závěr je možná tvorba výkresů, popřípadě výkresů pro montáž znázorňující rozpad výrobku.

Jsou-li vytvořena data v modulu Imos CAD, lze přejít do další části zpracování dat sloužící pro prodej. Pro prodej slouží moduly ImosNET a v distributorské síti firmy je využíván modul Imos Plan. Pro moduly jsou data připravována v programu Internet Catalog Creator (dále v textu užívána zkratka ICC). V ICC se odehrává příprava uživatelského prostředí obsahující menu katalogu sloužící pro interaktivní zadávání parametrů výrobku. V této diplomové práci je příprava zaměřena na maximální využití programu ICC, která spočívá v postupném představení všech možností programu. Výsledky z ICC budou reprodukovány z Design Manageru, který slouží pro konfiguraci výrobků vkládaných do Imos CAD a následná reprodukce bude implementována v Imos NET.

Výsledkem bude sestavení sestavy výrobků v prostředí Imos NET a připravena vizualizace pro zákazníka.

5.2. Společné prvky

Katalog slouží ke konfiguraci nábytkového prvku zapsaného v databázi Imosu. Jinými slovy výrobek musí být zapsán v knihovně programu. Konfigurátor nemusí obsahovat jen výrobky, ale lze konfigurátor jen nábytkové dílce. Jednotlivá pole v menu jsou provázána se zapsaným výrobkem v knihovně a volbou jednotlivých voleb v menu dochází ke změně výrobku. Menu je připravováno za účelem zpohodlnění konfigurace výrobku, při které je uživatel veden vždy ke správné konfiguraci. Záložky jsou situovány a tříděny dle posloupnosti konstrukce. Podobné prvky jsou zobrazovány u sebe. Kupříkladu vezmou-li se nejčastěji zobrazované rozměry, jsou na první záložce s názvem rozměry, na níž se dozvíme základní informace o rozměrech výrobku. Následuje záložka konstrukce, kde jsou informace vztahující se ke konstrukci výroku. Zástupci druhé záložky mohou být volba konstrukčního spoje, poloha dna a půdy vůči bokům korpusu.

Každý typ zákazníka si žádá jinak připravené menu. Konkrétní zákazník, pro kterého se bude menu připravovat, byl měl být znám dopředu. Tomu se přizpůsobí používané popisy v katalogu a zobrazí se mu možnosti, které se mu dovolí měnit.

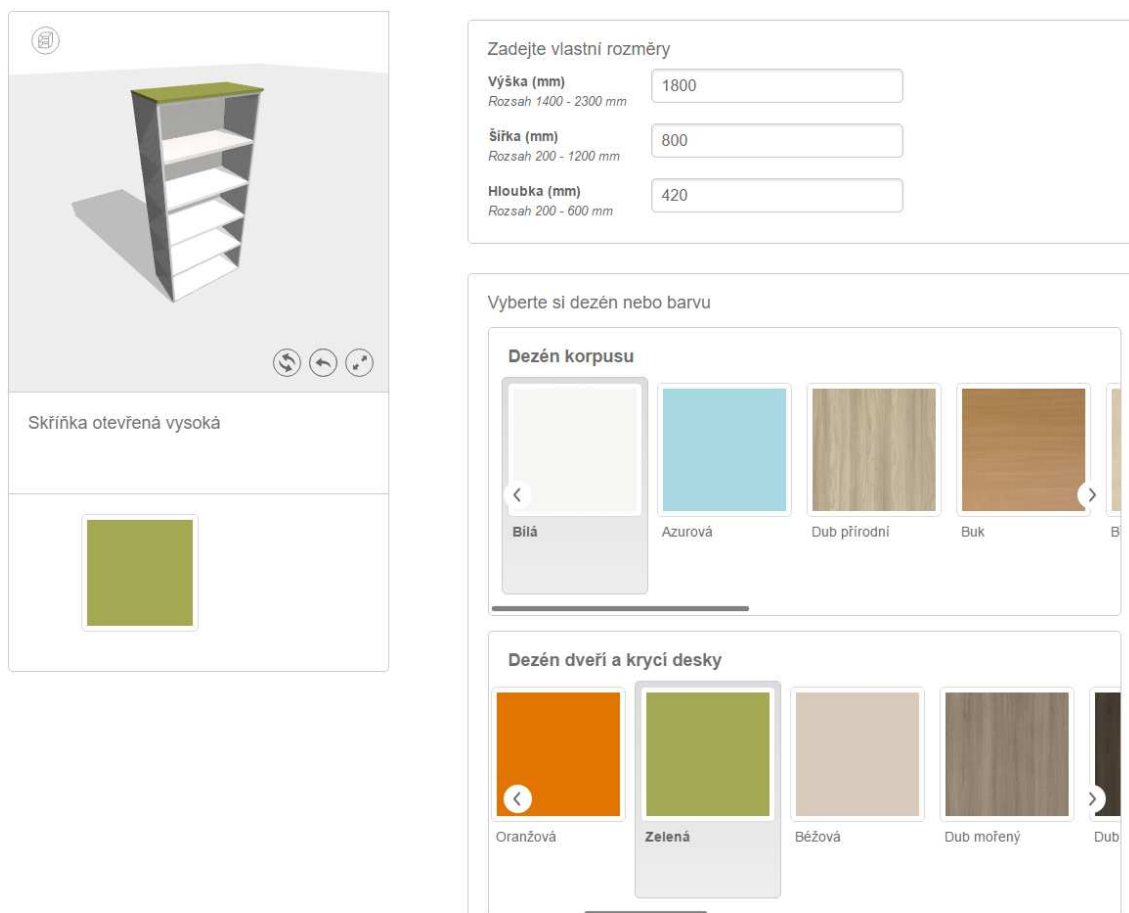
Pro představu budou uvedeny tři typy zákazníka. První z nich se dá označit za konečného zákazníka, kterým se stává běžný člověk, nemajíc povědomí o odborném názvosloví nábytku. Druhá skupina by se dala považovat za odborníky – jedná se o prodejce nábytku. Prodejce by měl znát odborné názvosloví a měl by se orientovat v typologii nábytku. Třetí skupinou jsou odborníci přímo vyrábějící nábytek.

Je jistě zřejmé, že všechny skupiny zákazníků jsou odlišné a žádají si jiné požadavky na vizuální vzhled katalogu. Katalog pro konečného zákazníka by mohl vypadat jako na Obrázek 7. Obsahuje základní informace o rozměrech výrobku a jejich změnu. Každé pole rozměru obsahuje u popisu nápovědu pro volbu minimálního a maximálního rozměru výrobku. Přepisováním polí vznikají atypické výrobky.

Další je volba barvy rozdělená pro korpus skříně a přední plochy, popřípadě další komponenty, kterými jsou např. krycí desky. Za volbou následuje přepočtení ceny a zákazníkovi se automaticky přepočítá cena svého vlastního nakonfigurovaného výrobku.

Pro druhý typ konfigurátoru je vhodné umístění do prodejny do obchodní sítě. Zobrazí se jim takové možnosti, na které se pracovníci proškolí. Ve výrobním středisku je většinou určený zaměstnanec, který má na starosti celý konfigurátor. Výhodou takového konfigurátoru je maximální přizpůsobení požadavkům zákazníka. V reálném čase se zákazníkovi zobrazuje na prodejně vizualizace jeho požadovaného výrobku

s automatickým výpočtem ceny, která může obsahovat i odhadovaný termín dodání výrobku.



Obrázek 7.: Menu skříňky katalogu pro konečného zákazníka (Nábytek na míru, 2017)

Třetí typ konfigurátoru je připravován pro odborníky. Často se jimi stávají konstruktéři v podniku, kteří jsou vedeni menu výrobku a výrobky se pro ně stávají pohodlněji konstruovatelné, roste efektivita práce a snižují se chyby v konstrukci. Takové menu je nejvíce propracované a umožňuje měnit i detaily výrobku. Zástupcem volby nejpropracovanějšího výrobku mohou být například přesahy naložených dílců. Změna takových detailů je u předchozích typů zadána konstruktérem a ve výrobku automaticky zobrazována. Konfigurovat je možné jen jednotlivé dílce výrobků jako je tomu konfigurátor firmy JAF nábytkové dílce dostupné z: <https://www.jafholz.cz/produkty/sluzby/nabytkove-dilce>.

5.3. Typy polí v menu katalogu

Menu v katalogu obsahuje několik druhů polí pro změnu výrobku. Různá pole jsou vhodná pro různé aplikace. Pole obsahuje výchozí hodnotu a ta je zobrazována při otevření katalogu.

Textové pole

Pole, do kterého je možné zapisovat textový vstup uživatele jako číselnou hodnotu, text.

TEXTOVE POLE

ZDE NAPIS TEXTOVY VSTUP

Obrázek 8.: Textové pole.

Rolovací menu

Jedná-li se o výběr více položek, může být použito rolovací menu. Po rozkliknutí pole se zobrazí textová nabídka, ze které je prováděn výběr. Na pravé straně je zobrazován náhledový obrázek vkládaný ke každé položce samostatně. Tím se docílí zobrazení obrázku podle aktuální volby.



Obrázek 9.: Rolovací menu volby konstrukčního spoje.

Obrázkové menu

Pokud má jedna položka více možností, výběr může být realizován pomocí obrázků. V takovém výběru je viděn náhledový obrázek doplněný popisem se zobrazením aktuální volby na pravé straně.



Obrázek 10.: Obrázkové menu volby konstrukčního spoje.

Zatrhávací pole

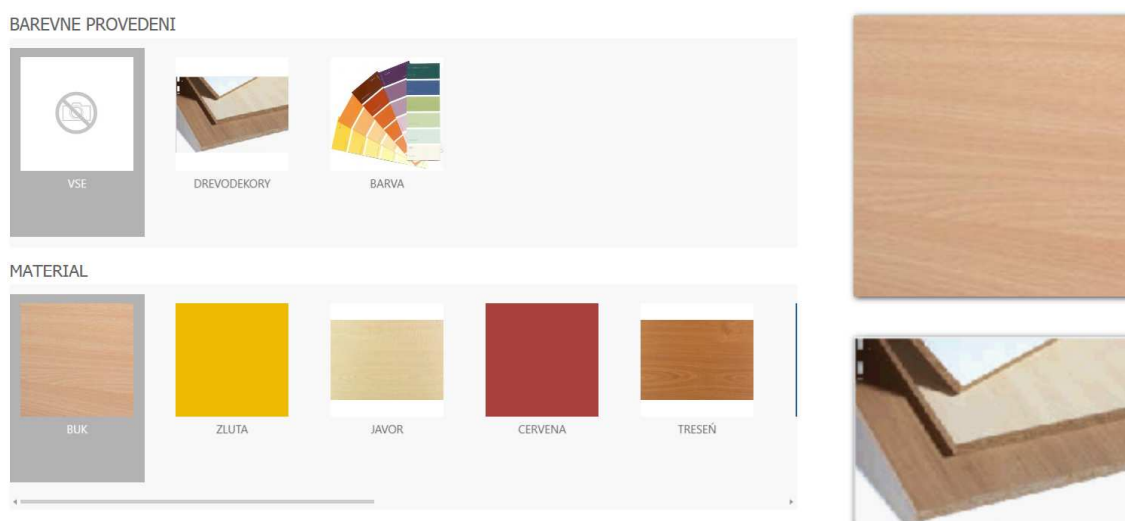
Volba sestávající se pouze ze dvou hodnot, může být realizována pomocí zatrhávacího pole. Jsou zde pouze dvě možnosti zatrženo nebo nezatrženo. Použití pole je vhodné při volbě komponentů, které chceme u výrobku mít.



Obrázek 11.: Zatrhávací pole.

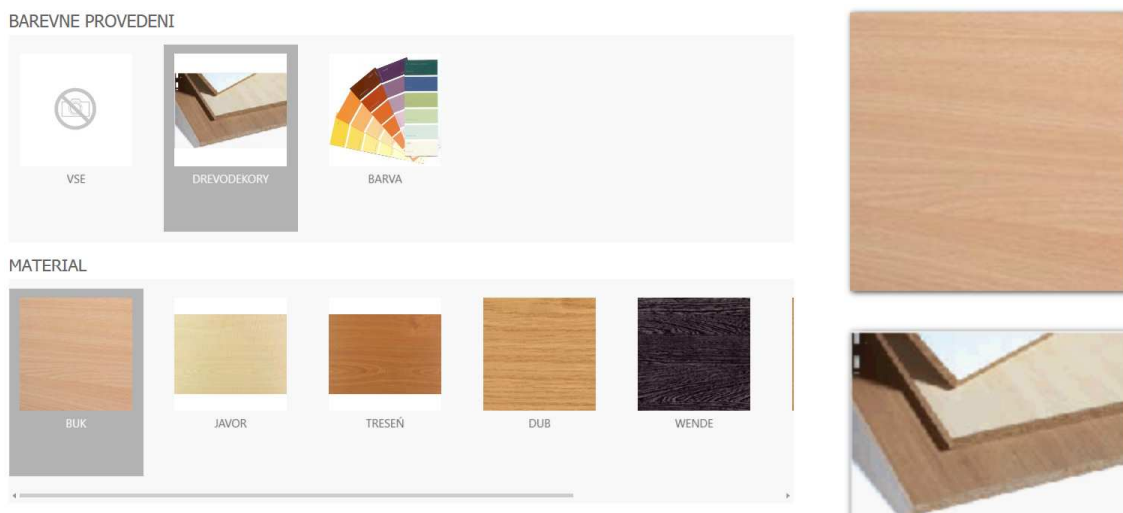
Jednotlivá okna mají jistě svou silnou a slabou stránku. Ne každý komponent se hodí pro vše. Uživatel je veden menu v takové posloupnosti, aby výrobek vždy byl správně a logicky zkonfigurován. K tomu, aby se dosáhlo takového cíle, jsou jednotlivá pole skrývána a zobrazována podle aktuální volby v poli. Nejen že můžeme ovlivnit zobrazení celého, jsme schopni ovlivnit i samotné zobrazení voleb v rámci jednoho pole.

K názorné ukázce vhodně poslouží zjednodušený katalog materiálů, na kterém si lze představit skrývání polí a filtrování obsahu pole. Jedná se o zobrazení všech materiálů, nebo filtrování pouze dřevěných dekorů laminovaných desek.



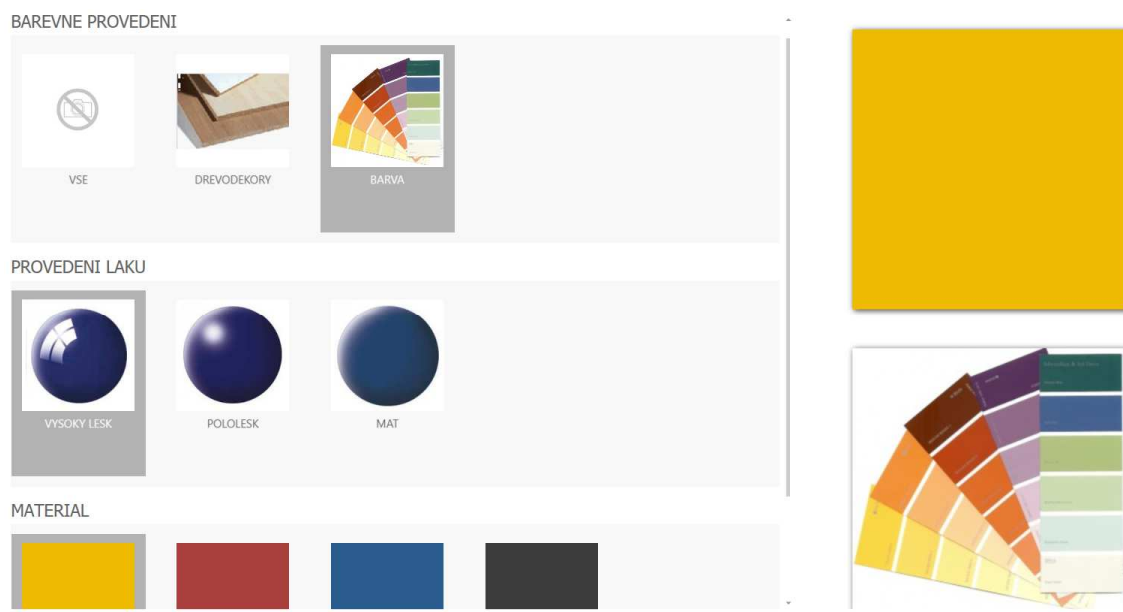
Obrázek 12.: Filtrování materiálu zobrazení všech materiálů.

Obrázek 12 zobrazuje vzhled katalogu materiálů při volbě „vše“ v poli *Barevné provedení*. V poli *Materiál* se zobrazí všechny dostupné materiály – jednak dřevo dekory a pak i barvy. Na pravé straně horní obrázek zobrazuje aktuální vybraný materiál a obrázek spodní zobrazuje, do jaké skupiny se řadí. Zde je vybrán BUK a je zřejmé, že se jedná o dřevo dekor.



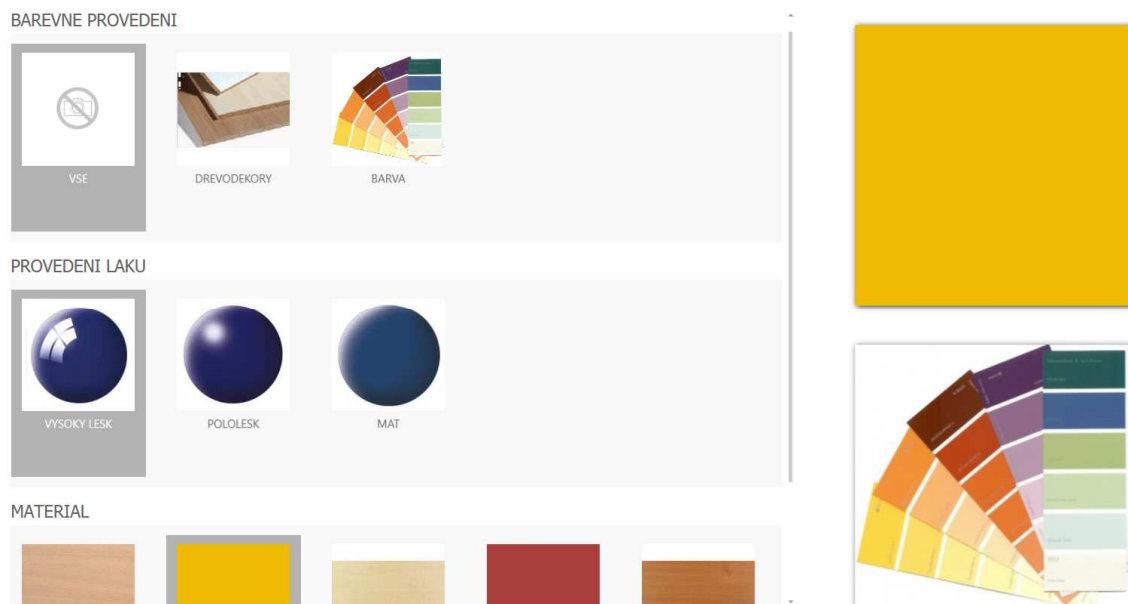
Obrázek 13.: Filtrování materiálu volba dřevo dekor.

Při volbě „dřevo dekor“ v poli *Barevné provedení* se v poli *Materiál* zobrazí jen materiály s dřevo dekorem.



Obrázek 14.: Filtrování materiálu volba barva.

Na Obrázek 14 se v poli *Barevného provedení* zvolí „barva“ zobrazí se materiály pouze barevné. Obrázek vpravo nahoře je „aktuální zvolený materiál“ a pod ním je pomocný obrázek pro identifikaci skupiny barevného provedení. U barevných dekorů se jedná o laky a je nutné u nich zvolit lesk povrchu v poli *Provedení laku*. Pole *Provedení laku* je zobrazeno pouze při volbě „barva“ v poli *Barevné provedení*.



Obrázek 15.: Filtrování materiálu volba barvy při všech materiálech.

Na Obrázek 15 je vidět volba „vše“ v poli *Barevné provedení*. Materiály jsou zobrazeny všechny v jednom poli *Materiál*. Pokud je vybrán zástupce barvy v poli *Materiál*, dojde k zobrazení pole *Provedení laku*. Při výběru dřevu dekoru v poli *Materiál* je pole *Provedení laku* skryto jako na Obrázek 12.

5.4. Logické návaznosti v objektech

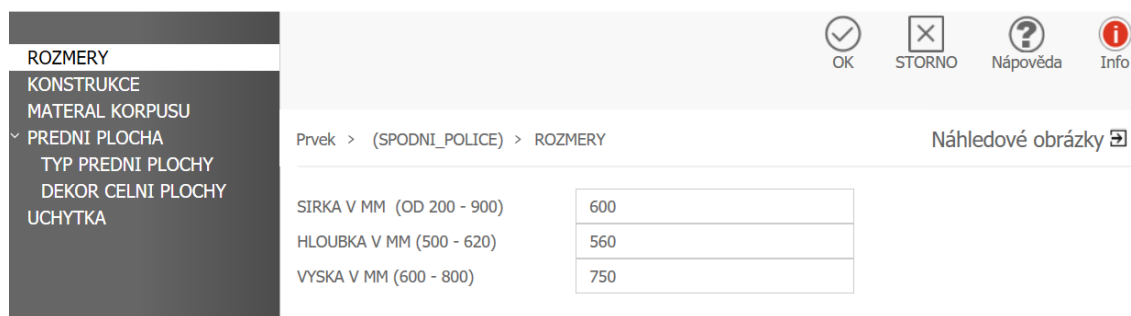
V následující části budou předvedeny možnosti, které je možné měnit na výrobku pomocí menu v konfigurátoru. Samozřejmostí je návaznost na správnou konstrukci výrobku. Implementace bude probíhat na kuchyňských skříních. Postupně budou předvedeny nejdůležitější konstrukční uzly jednotlivých typů skříní vedoucí ke zhotovení výrobních dat pro jakkoliv atypické skříně použité do kuchyňské sestavy.

Katalog bude zároveň počítat do budoucna i s dalšími typy nábytku – nejen s orientací na kuchyně. Proto budou v prezentovaném katalogu zobrazovány i prvky, které nejsou přímo používané při výrobě kuchyňských skříní.

Popis následujících prvků v menu katalogu je provázán ve všech výrobcích konfigurovaných přes vytvořené menu. Pro každý výrobek tedy není menu výrobku vytvářeno samostatně. Jednotlivé výrobky jsou v knihovně vytvářeny pouze podle typu skříně. Jedná se o typy spodních kuchyňských skříní s variantami policová, zásuvková, s drátěným programem, rohová, dřezová, obsahující varnou desku.

Vysoká potravinová skříň je pouze jedna s volbou vnitřního členění. Horní skříň se dělí na policové, se spotřebičem a rohové. Výrobky mají společné všechny prvky dále

popisované, kterým jsou následně pouze zaměňovány hodnoty. Dochází k tomu, že jeden výrobek je možné vyrobit v tolika kombinacích, kolik voleb se nachází v menu katalogu.

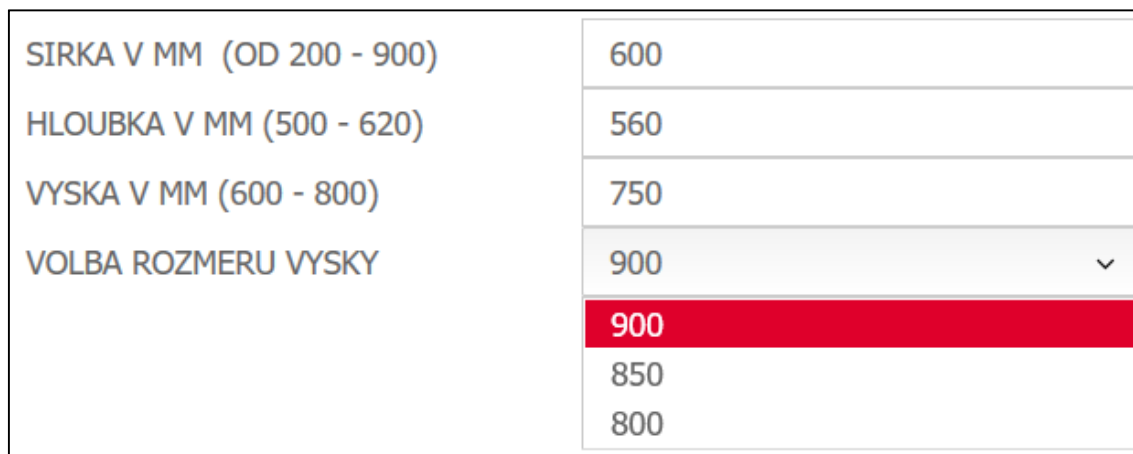


Obrázek 16.: Menu výrobku.

Obrázek 16 zobrazuje stromovou strukturu záložek výrobku a jednotlivé záložky, které se postupně prochází při konfiguraci výrobku.

5.4.1. Změna rozměrů

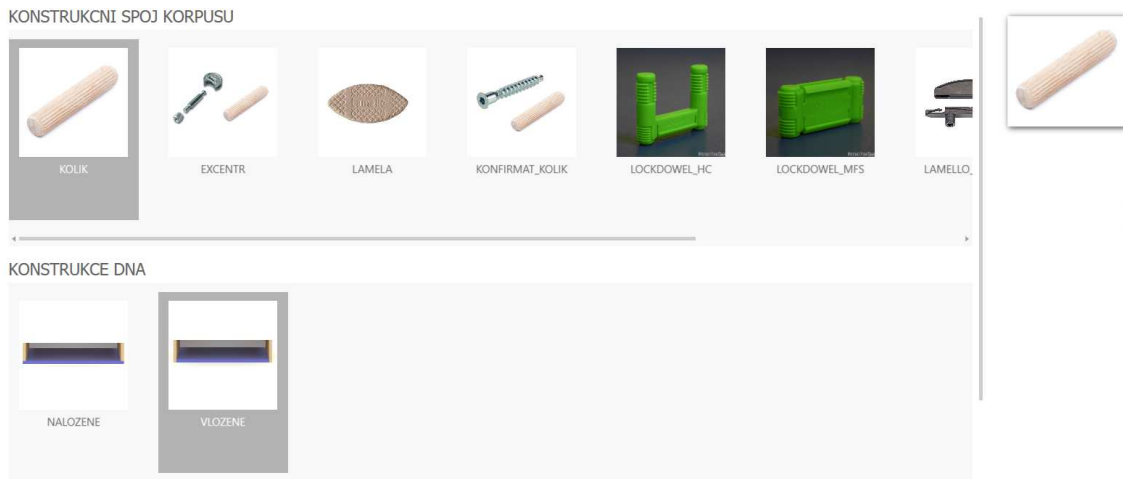
Je základní volbou katalogu zobrazovanou na první záložce v katalogu. Pro volbu rozměrů je možné volit pole s volnou zadávací hodnotou, která je omezená spodní a horní hranicí (jako je Obrázek 17 a volba omezení zapsaná informativně v závorce u jednotlivých rozměrů). Druhou možností je volit rozměr z rozbalovacího menu, kterou zobrazuje Obrázek 17 u pole „volba rozměru výšky“.



Obrázek 17.: Změna rozměrů.

5.4.2. Konstrukce výrobku

Druhá záložka katalogu slouží k volbě konstrukce výrobku. Volba v poli *Konstrukčního spoje* korpusu slouží k volbě spojení korpusu. Obrázek 18 zobrazuje výběr z několika konstrukčních spojů. Ne všechny konstrukční spoje musí být zobrazeny. Logikou je možné provádět volbu zobrazení a skrývání jednotlivých konstrukčních spojů.



Obrázek 18.: Konstrukce výrobku.

Obrázek 18 zobrazuje pole pro volbu naloženého nebo vloženého dna. Po této volbě dojde automaticky k přizpůsobení výrobku a konstrukčního spoje.

TYP PŮDY



Obrázek 19.: Konstrukce půdy – vlys.

Obrázek 19 zobrazuje volbu půdy. Zde se musí zvolit, zda se jedná o vlysy používané u spodních kuchyňských skříní nebo plné půdy. Poloha vlysů je vždy vložená. Pole *Typ půdy* je vhodné zobrazit pouze u nejpokročilejších katalogů s volnou konfigurací výrobku. Pole *Typ půdy* se může skrýt a dle typu skříně je pomocí logiky přiřazována vhodná volba půdy dle typu skříně.



Obrázek 20.: Konstrukce pudy – plná puda.

Obrázek 20 zobrazuje volbu „plná“ v poli *Typ pudy*. Zobrazí se pole *Konstrukce pudy* sloužící pro změnu konstrukce pudy. V té bude probíhat následná volba naložené nebo vložené pudy. Pole *Konstrukce pudy* je při volbě typu pudy skryto a zobrazeno pouze při volbě plné pudy.

ZMENIT PRESAH DILCU NA VYROBKU

KONSTRUKCNI PRESAHY

KONSTRUKCI PRESAH ZADA

ODSAZENI_ZAD

KONSTRUKCNI PRESAH POLICE

PRESAH_POLICE_PREDNI

PRESAH_POLICE_ZADNI

KONSTRUKCNI PRESAH MEZISTENA

PRESAH_MEZISTENA_ZADNI

PRESAH_MEZISTENA_PREDNI

KONSTRUKCNI PRESAH PEVNA POLICE

PRESAH_PEVNA_POLICE_ZADNI

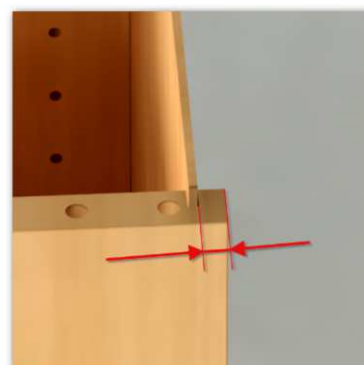
PRESAH_PEVNA_POLICE_PREDNI

KONSTRUKCNI PRESAH DNO

PRESAH_DNO_ZADNI

PRESAH_DNO_PREDNI

VYSKOVY_POSUN_DNO

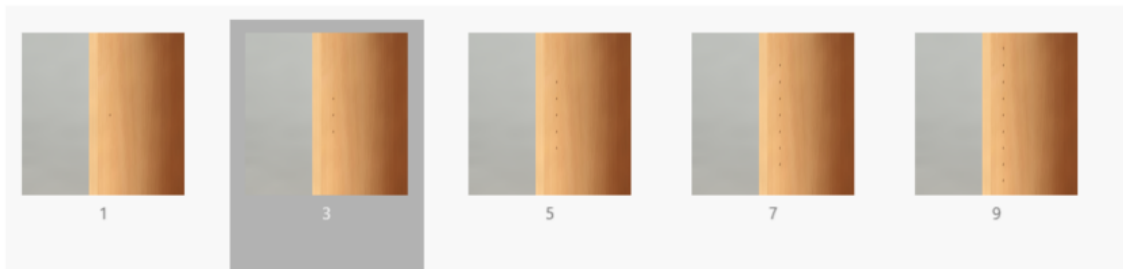


Obrázek 21.: Konstrukční přesahy.

Obrázek 21 zobrazuje pokročilou možnost změny jednotlivých přesahů na výrobku. Po zatržení pole *Změnit přesah dílců* na výrobku se zobrazí pole s jednotlivými názvy přesahů a jejich aktuální hodnoty. Hodnoty jsou přiřazovány logikou dle typu

skříně. Ne všechny skříně obsahují všechny přesahy. Po kliknutí do pole s hodnotou se v pravé části zobrazí obrázek určující aktuální změnu. Obrázek slouží uživateli pro lehčí rozpoznání, o který přesah se jedná. Jednotlivá pole mohou obsahovat nápovědu v podobě optimální hodnoty. Jednotlivá pole lze pomocí logiky skrývat či zamykat dle potřeb uživatele. Je nutné zvážit typ katalogu ve kterém se umožní provádět změny přesahů. Obecně se dá říci, že se takové změny umožní v pokročilém katalogu, ve kterém má uživatel dostatečné odborné znalosti.

OTVORY PRO POLICI

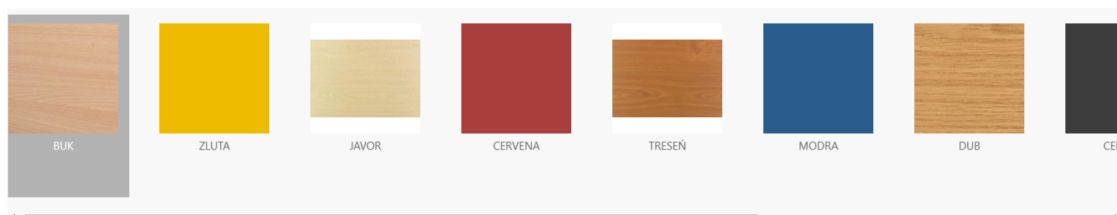


Obrázek 22.: Výběr počtu otvorů pro polici.

Obrázek 22 zobrazuje pole *Otvory pro polici* sloužící k výběru počtu otvorů pro volnou polici.

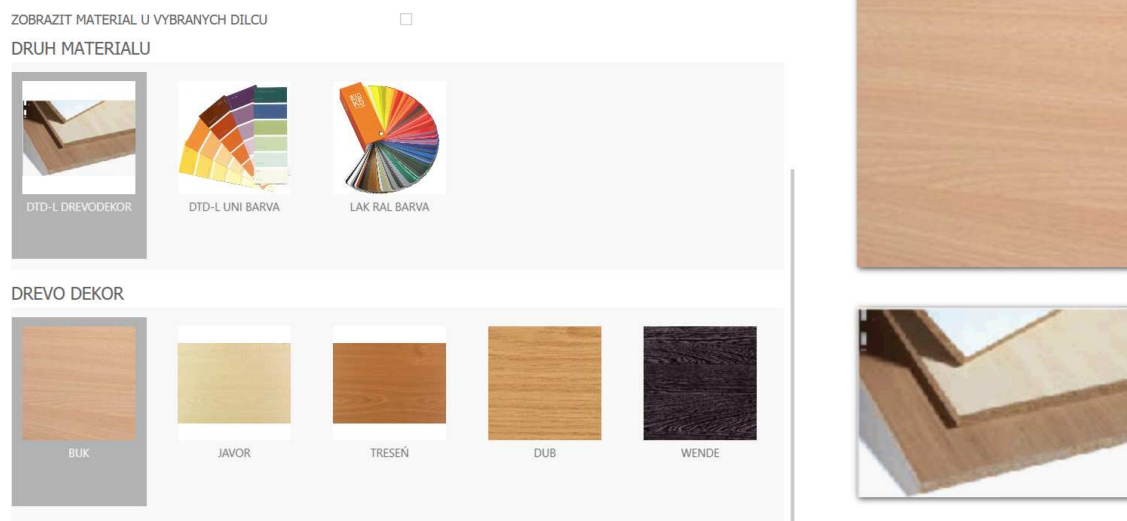
5.4.3. Volba materiálu korpusu

Volba materiálu je asi nejdůležitější a nejžádanější volba menu v katalogu a je obsažena ve všech katalozích. Katalog materiálů je rozsáhlý podle benevolentnosti firmy a jejich nabízených druhů dekorů. Katalog může obsahovat několik desítek základních sériově používaných materiálů. Ovšem není výjimka setkat se s katalogem obsahujícím několik tisíc materiálů. Podle počtu dekorů je nutné materiály třídit či netřídit. Pro firmu používající katalog pouze pro sériově vyráběný nábytek, kde neumožňují různorodou volbu materiálu, je volba vidět na Obrázek 23. Je zde pomocí obrázků materiálu zobrazena jen desítka materiálů. S takovým výběrem materiálu se lze běžně setkat na internetu.



Obrázek 23.: Nejjednodušší volba materiálu.

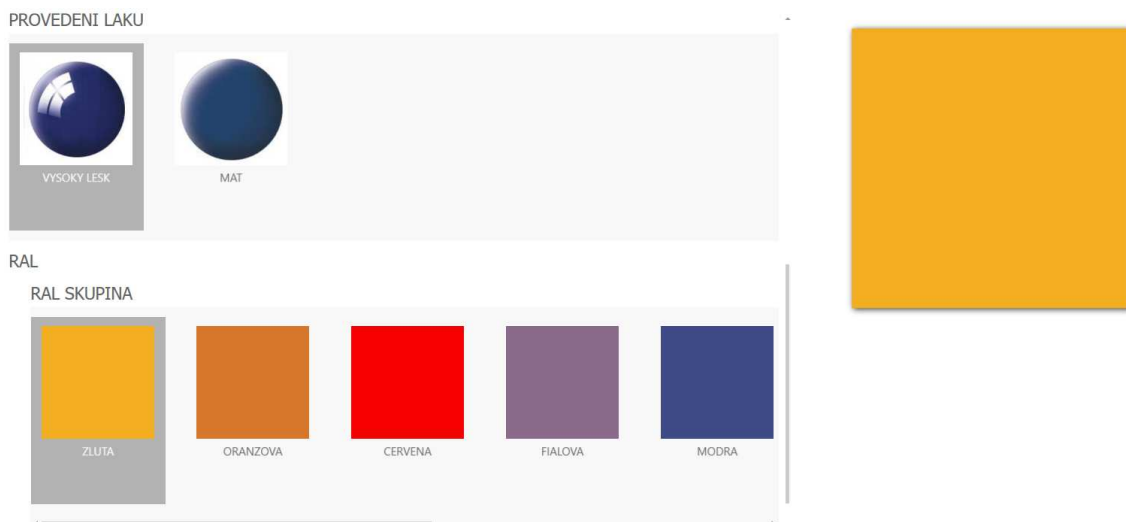
Pokud je materiálů více, je dobré rozhodnout se pro třídění materiálů. Třídění by mělo být logické a na první dojem zřejmé, o jaké materiály se jedná.



Obrázek 24.: Třídění materiálů.

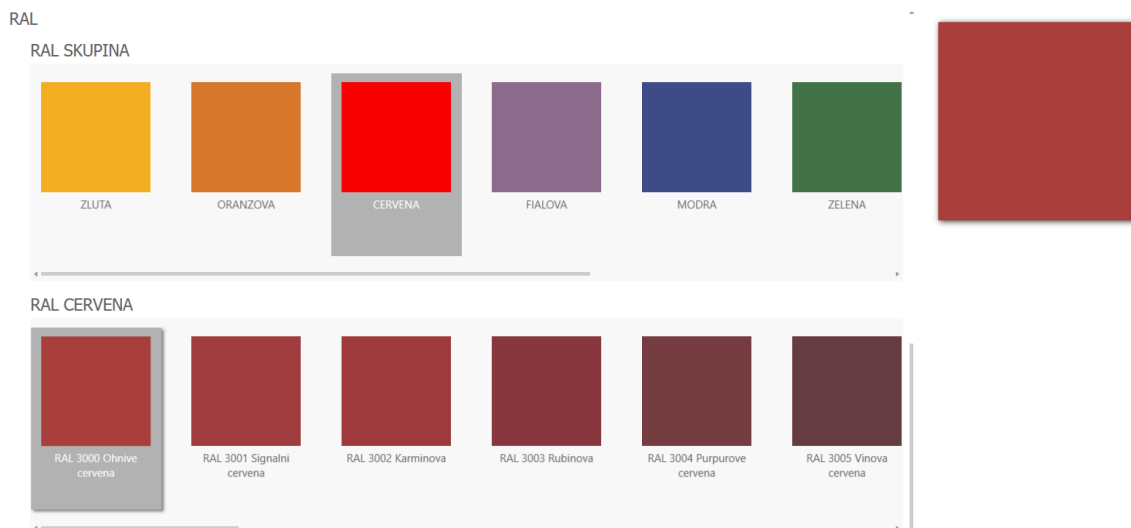
Třídění je možné zvolit podle druhu materiálu jako zobrazuje Obrázek 24. Výchozí volba je zde zvolena laminovaná dřevotřísková deska s dřevo dekorem (dále v textu DTD-L). V náhledu vpravo se zobrazuje náhled aktuální volby. Horní obrázek je vybraný materiál. Obrázek spodní zobrazuje druh vybraného materiálu a slouží pro lepší orientaci. Zde je zvoleno třídění na dřevotřískové desky v provedení dřevo dekor. Další

volbou jsou dřevotřískové desky laminované v provedení uni barev. Po volbě se zobrazí pole, ve kterém lze nalézt jednotlivá barevná provedení DTD-L. Třetí volbou je provedení laku v barvách podle vzorníku RAL.



Obrázek 25.: Třídění RAL 1.

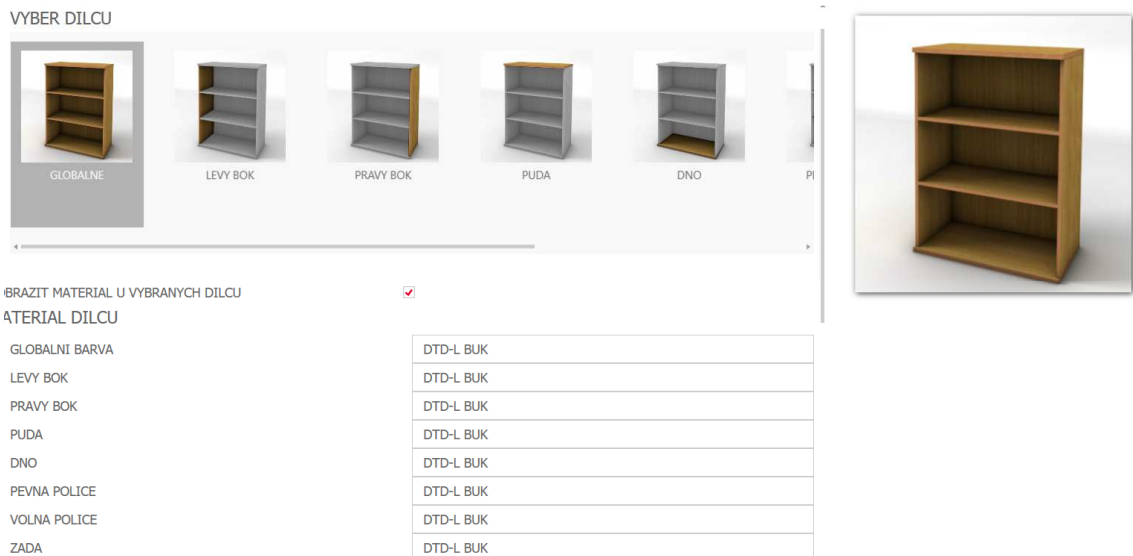
Pokud je v poli *Druh materiálu* zobrazeném na Obrázek 24 zvolena volba „lak RAL barva“, dojde k zobrazení polí pro přesnější specifikaci RAL barvy. Obrázek 25 zobrazuje další okna při volbě RAL barvy. V poli *Provedení laku* se navolí stupeň lesku následně vybrané barvy. Jelikož je celkem 213 odstínů pro volbu, bylo rozhodnuto o třídění barev do 9 skupin dle názvu základní barvy.



Obrázek 26. Třídění RAL 2.

Obrázek 26 zobrazuje další třídění RAL barvy. Po volbě základní skupiny barvy v poli *RAL skupina* dojde k zobrazení jednotlivých RAL barev podle vybrané skupiny. Náhled vpravo zobrazuje aktuální zvolenou barvu. Jednotlivé barvy jsou pro správnou orientaci popsány číslem a českým názvem.

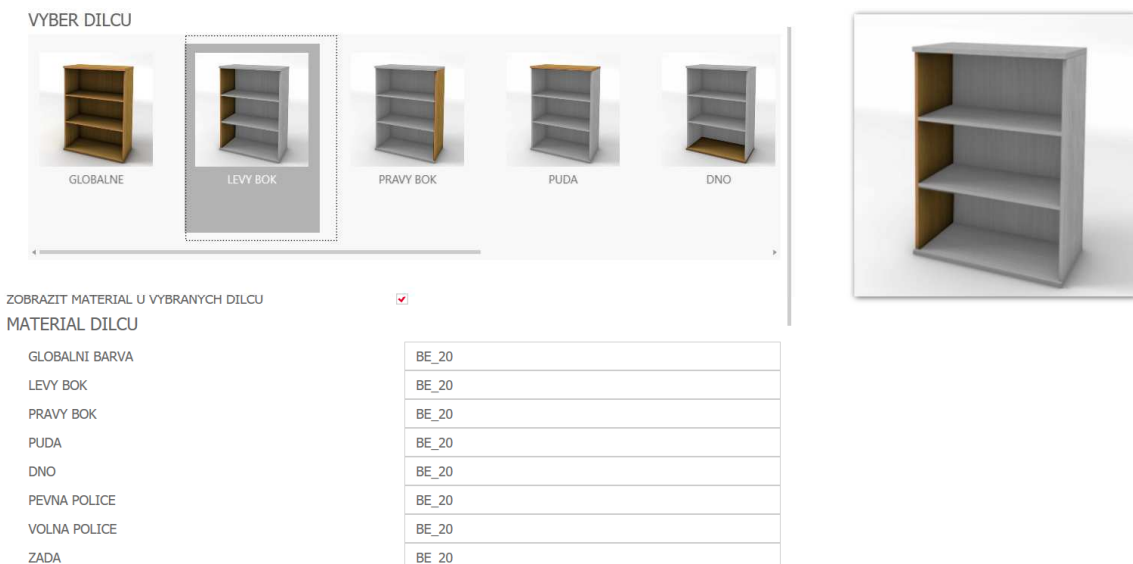
5.4.3.1. Přřazení barvy pro dílce



Obrázek 27.: Přřazení barvy pro dílce.

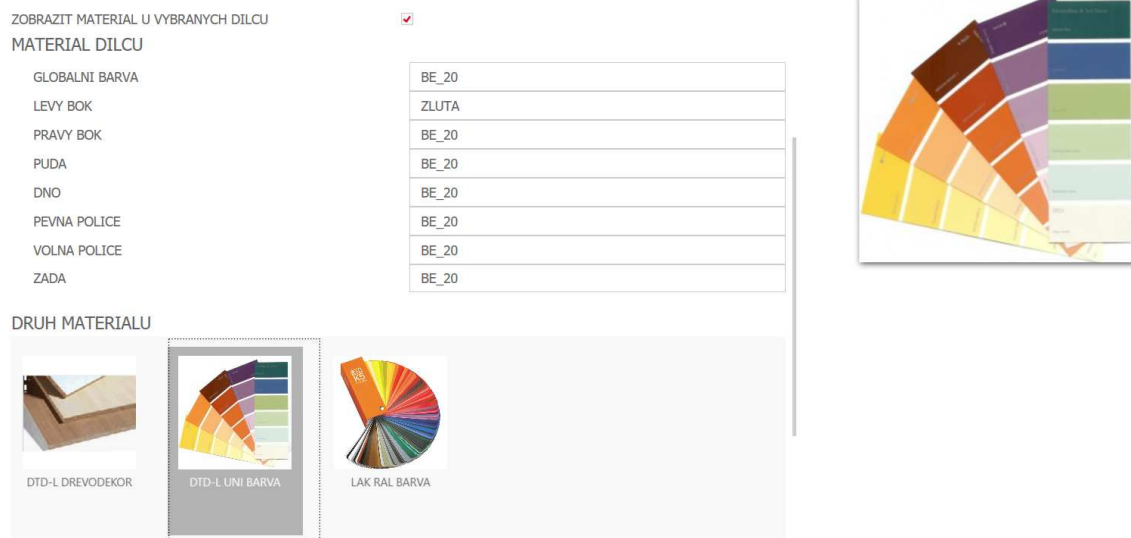
Obrázek 27 zobrazuje volbu materiálů pro jednotlivé dílce. V poli *Výběr dílců* je výchozí hodnota zvolena „globálně“. Globální volba znamená, že volba materiálu je prováděna pro celý korpus mimo přední plochu. Přední plocha bude mít vlastní volbu materiálu. Po zatržení možnosti „zobrazit materiál“ u vybraných dílců dojde k zobrazení polí názvu dílce s následnou volbu materiálu, který je aktuálně zvolen.

Jestliže je požadována změna materiálu jen u jednoho dílce, provede se nejprve změnu v poli *Výběr dílců* a následně se provede volba materiálu. Pro příklad bude předvedena změna materiálu levého boku.



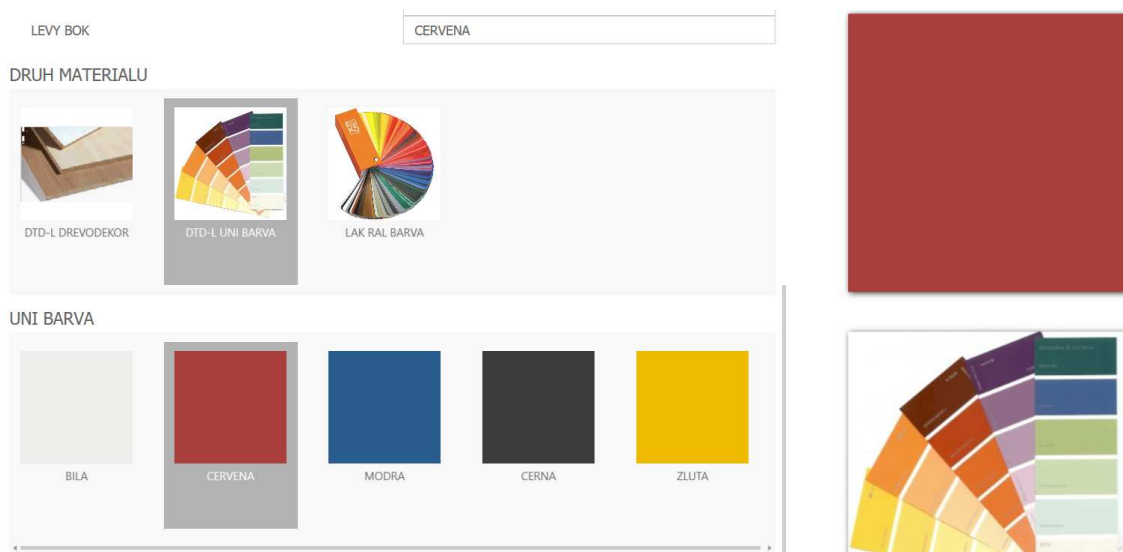
Obrázek 28.: Změna materiálu u boku – volba dílce.

První krok provedení změny u jednotlivého dílce zobrazuje Obrázek 28. Byla provedena změna v poli *Výběr dílců* na zvolený dílec „bok levý“.



Obrázek 29.: Změna materiálu u boku – volba materiálu.

Následně se přechází na volbu *Druh materiálu* jako zobrazuje Obrázek 29. V poli dojde k výběru druhu požadovaného materiálu a ihned po volbě dojde k přepsání pole u levého boku ve skupině *Materiál dílců*.



Obrázek 30.: Změna materiálu u boku – výběr materiálu.

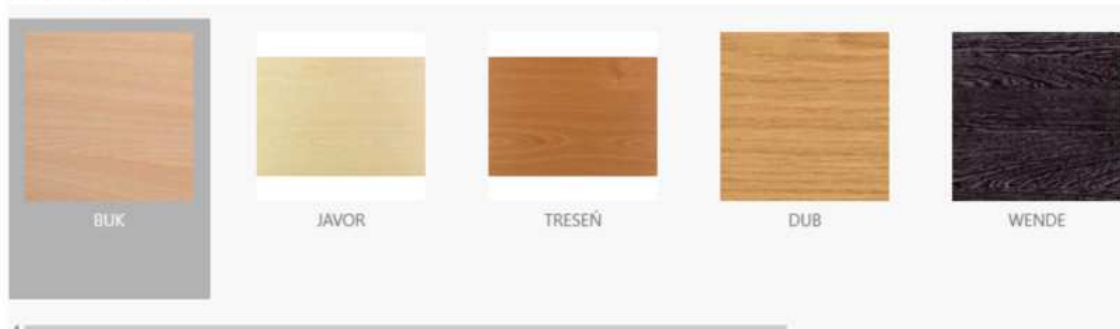
V posledním kroku dochází k přesné specifikaci barvy (zobrazuje Obrázek 30) prováděnou v posledním zobrazeném poli. Kontrola se provádí v poli *Levý bok*, který musí obsahovat zvolenou barvu.

Prováděné kroky zobrazené v Obrázek 28, Obrázek 29, Obrázek 30 se opakují pro všechny dílce, u kterých bude následovat změna materiálu od globální hodnoty.

DRUH MATERIÁLU

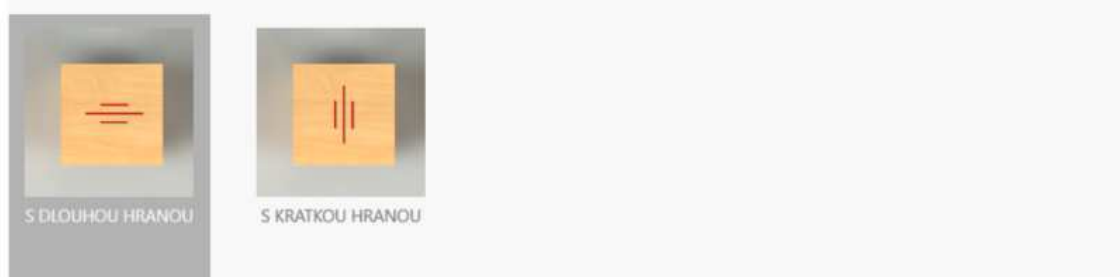


DREVO DEKOR



ZMENA BOCNICH PLOCH

ORIENTACE VLÁKEN



Obrázek 31.: Orientace vláken.

Obrázek 31 zobrazuje možnost změny orientace textury materiálu, pokud jej obsahuje. V poli *Druh materiálu* při volbě „dřevo dekor“ dojde na konci stránky k zobrazení pole *Orientace vláken*. To slouží ke změně orientace textury na výrobku či dílci. Standardem je výroba nábytku, kdy směr textury je shodný s dlouhou stranou dílce. Volbou „s krátkou hranou“ v poli *Orientace vláken* se orientace textury otočí o 90° a textura bude shodná s krátkou hranou.

5.4.4. Volba bočních ploch korpusu

Doposud byla představena změna barvy výrobku. Je však počítáno s tím, že se nebude měnit boční plocha výrobku, která je konstruktérem předem definována dle běžných standardů nábytkářské výroby. Potřebuje-li se provést změna některé z bočních

ploch výrobku, může být volba změny boční plochy skryta na záložce *Materiál* a v případě potřeby zobrazena uživateli. Jedná se bohužel o komplikovaný zásah a změna vyžaduje patřičné znalosti a seznámení se s katalogem.

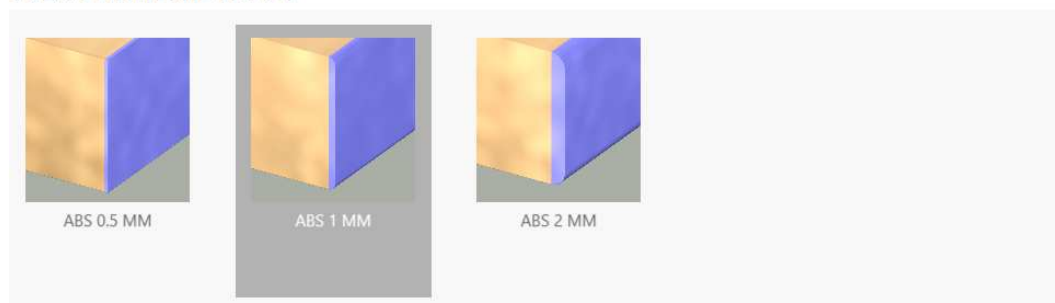
Častá je změna boční plochy u jednoduchých výrobků obsahujících méně dílců než kolik obsahuje skříň. Vhodným zástupcem může být samostatná police, konfigurace pracovní desky stolu a podobně.

Změna boční plochy bude předvedena na pravém boku skříň. Pokud je v poli *Výběr dílce* zvolen „pravý bok“, tak na konci strany katalogu dojde k zobrazení nabídky, to zobrazuje Obrázek 32.

ZMENA BOCNICH PLOCH

HRANA

VOLBA VIDITELNE HRANY



BOK PRAVY ZMENA JEDNOTLIVYCH HRAN

Obrázek 32.: Volba tloušťky boční plochy pravého boku obrázek 1.

Obrázek 32 zobrazuje nabídku na konci katalogu po volbě pravého boku. Je zde pole pro volbu tloušťky viditelné boční plochy. U boku se jedná o přední boční plochu. Pod ní je na obrázku vidět zatrhávací pole pro změnu jednotlivých hran.

BOK PRAVY ZMENA JEDNOTLIVYCH HRAN

JEDNOTLIVE HRANY

HRANA PRAVY BOK

ICC_HRANA_BOK_P



BOK PRAVY GLOBALNE

BOK PRAVY HRANA 1

BOK PRAVY HRANA 2

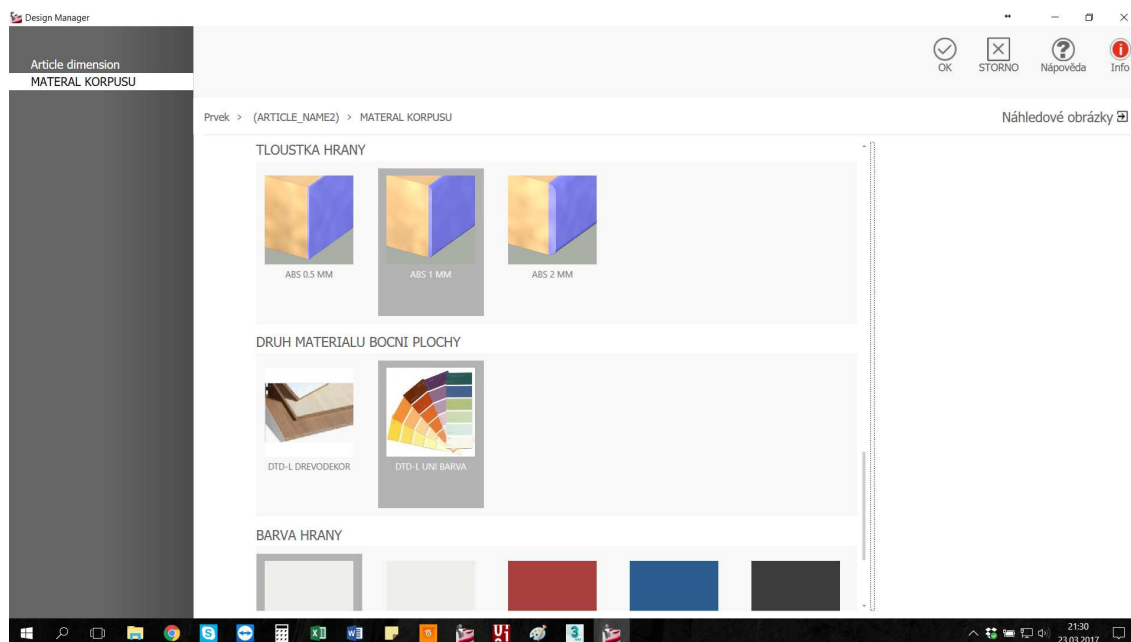
BOK PRAVY HRANA 3

BOK PRAVY HRANA 4

PAPIR
PAPIR
PAPIR
PAPIR
PAPIR

Obrázek 33.: Volba tloušťky boční plochy pravého boku obrázek 2.

Zatržením zatrhávacího pole dochází k zobrazení nastavení bočních ploch dílce, to zobrazuje Obrázek 33. Tlačítko je možné logikou naprogramovat tak, že po odtržení se volba nezapamatuje a olepení bude dle standardu. Po zatrhávacím poli následuje výběr hrany a přiřazení boční plochy stejným principem, jako tomu je při volbě materiálu v hlavním katalogu. Na začátku stojí výběr boční plochy, kterou chceme měnit. Následuje přehled aktuálních hodnot pro jednotlivé boční plochy.



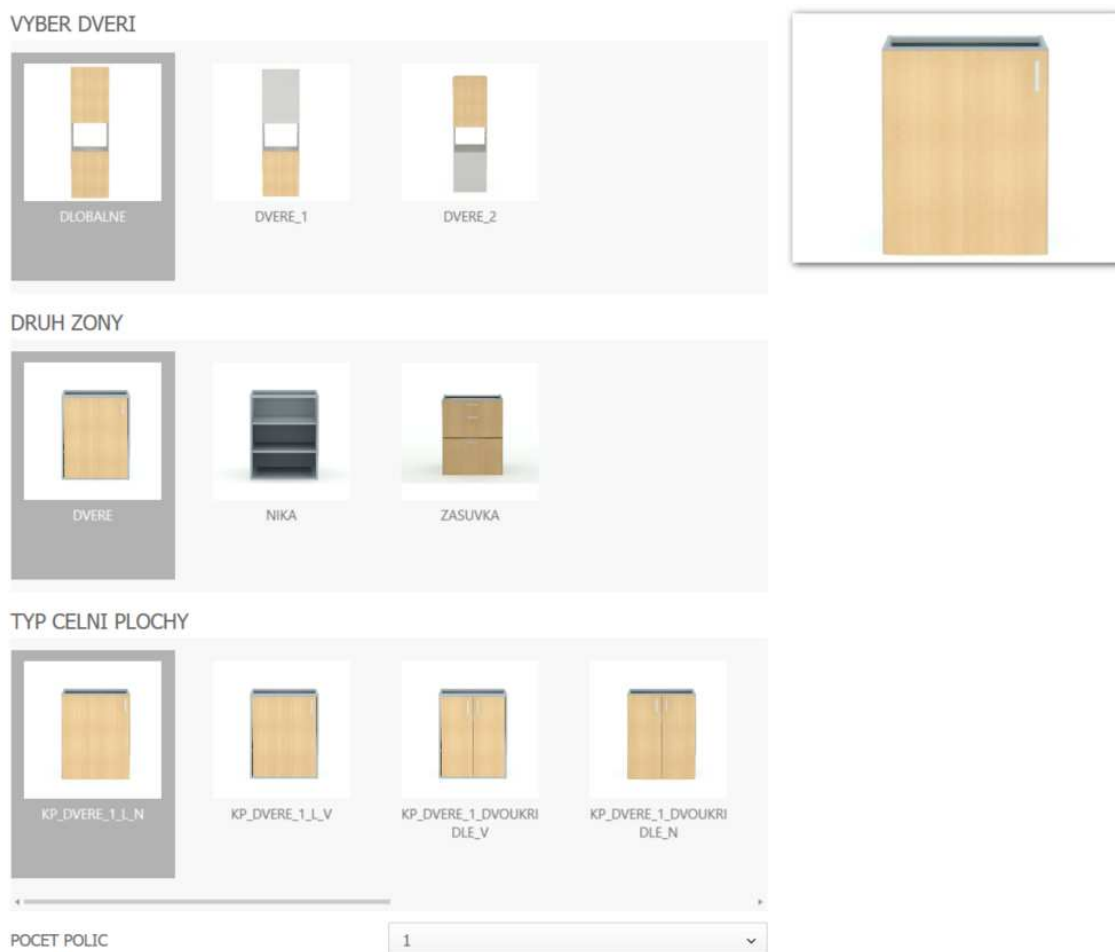
Obrázek 34.: Volba tloušťky boční plochy pravého boku obrázek 3.

Obrázek 34 zobrazuje postup výběru boční plochy. Provede se volba tloušťky olepované hrany na dílci. Následně bude použit filtr ke třídění materiálů. V posledním kroku se vybere požadovaný dekor boční plochy. Kroky zobrazené na Obrázek 34 opakujeme pro každou zvolenou boční plochu samostatně.

Volbou různých bočních ploch se lze v krátkém čase přizpůsobovat požadavkům zákazníkovi. Je ovšem důležité, kam takovou volbu použijeme. Je totiž poměrně složitá na pochopení.

5.4.5. Volba přední plochy

Volbu přední plochy je vhodné spojit s volbou vnitřního vybavení. Tyto dvě volby se sebou souvisí a navzájem se ovlivňují. Nejjednodušší volba je výběr dveří. Za dveřmi nejčastěji následuje volba počtu polic. Místo dveří je možné osazení skříně zásuvkami nebo skřín dveře neobsahuje vůbec a vzniká nika. Často zde dochází k úplným změnám vzhledu výrobku. Příklad, jak může takové menu vypadat, ukazuje Obrázek 35.



Obrázek 35.: Volba druhu čelní plochy.

Obrázek 35 zobrazuje pole *Výběr dveří*, ve kterém bude probíhat změna druhu čelní plochy a vybavení pro jednotlivou čelní plochu. Obsahuje-li výrobek jednu čelní plochu, pole *Výběr dveří* bude skryto. Obsahuje-li výrobek více čelních ploch, bude zobrazeno a volba se bude uskutečňovat pro každou čelní plochu samostatně. Pole *Výběr dveří* není tedy povinnou součástí katalogu.

Pole *Druh zóny* slouží ke specifikování čelní plochy výrobku. Pole obsahuje výběr „dveře“, „nika“, „zásuvka“. Po jednotlivé volbě se v následujícím poli *Typ čelní plochy* zobrazí výběr pro danou volbu. Po výběru „dveře“ v poli *Druh zóny* se v poli *Typ čelní plochy* zobrazí nabízené dveře v různých konfiguracích. Jedná se o vložené, naložené dveře, levé nebo pravé, jednokřídlé, dvoukřídlé dveře.

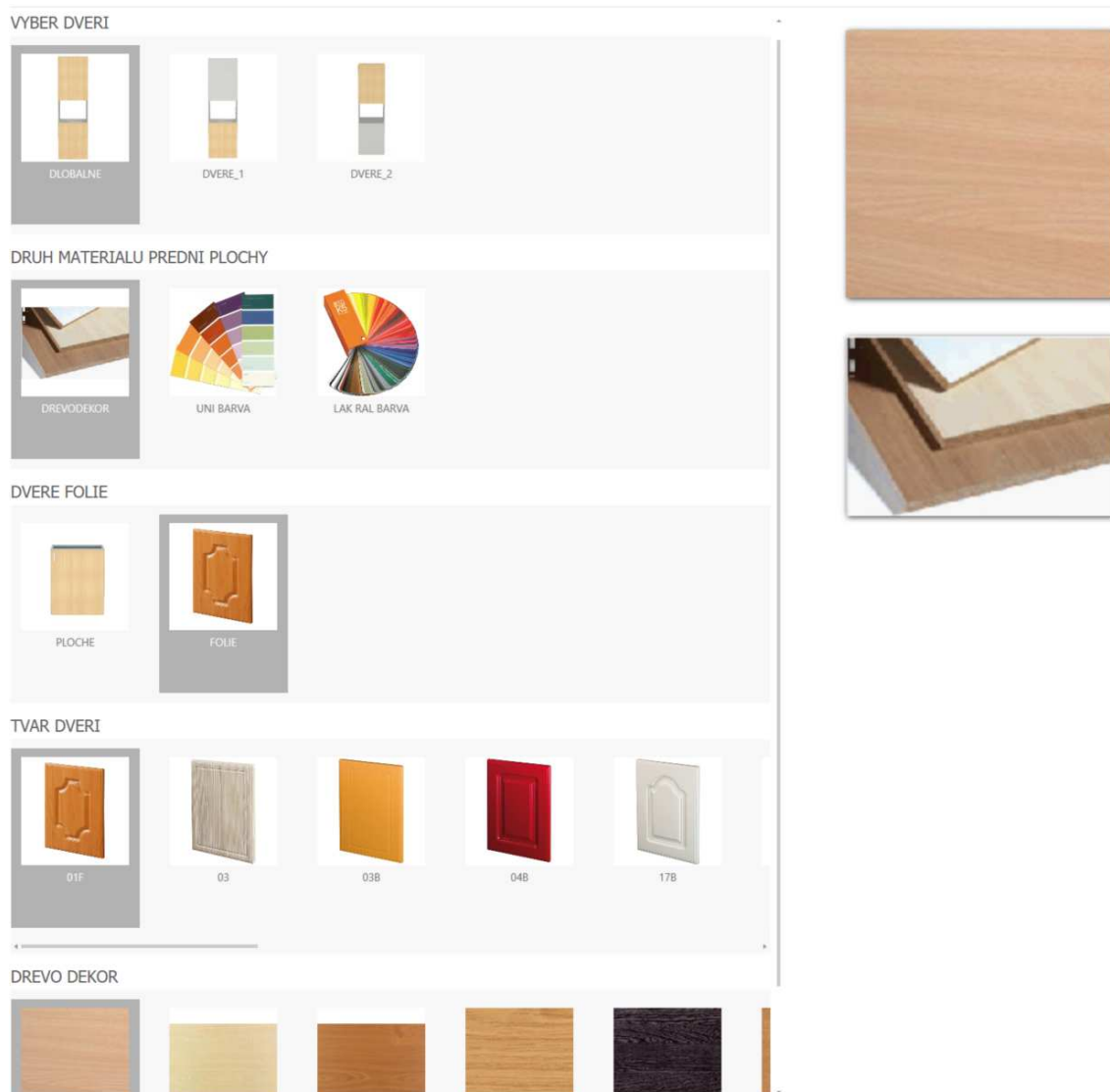
Aby v poli *Typ čelní plochy* došlo vždy k zobrazení správné nabídky, zajišťuje ho napsaná logika, která filtruje v závislosti na předchozím výběru správnou a požadovanou nabídku. Předchozí výběr v poli *Druh zóny* nemusí být jediným parametrem pro zobrazování nabídky v poli *Typ čelní plochy*. Dalším může být samotný typ skříně. Buď

je katalog postavený tak, že z konstrukce jedné skříně jsme schopni sestavit jakoukoliv skříň, nebo se už na začátku provádí výběr typu skříně, jaký bude konfigurován.

Nejčastější výběr skříní je dělení podle umístění skříně v nábytkové sestavě. Kuchyně jsou děleny na spodní, dále rozděleny na dveřové, zásuvkové, rohové, obsahující spotřebič. Horní skříně jsou rozdělené na klasické, rohové a obsahující spotřebič. Samostatné jsou vysoké skříně, ve kterých probíhá volba jednotlivých zón. Dle tohoto prvotního výběru je upravováno menu a je zobrazovaná pouze ta volba, kterou skříň může obsahovat.

5.4.5.1. Volba materiálu přední plochy

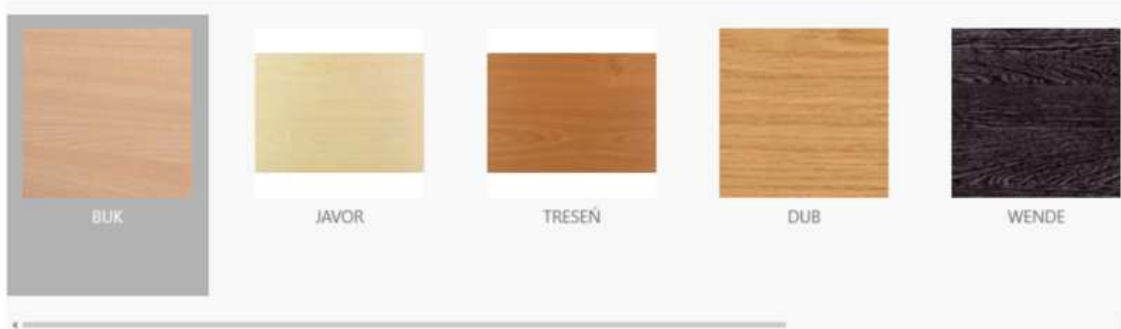
Po volbě vnitřního vybavení a typu čelní plochy bude následovat přiřazení materiálu čelní plochy. Výběr materiálu čelní plochy se nachází na další záložce v menu a funkci má obdobnou jako výměr materiálu korpusu. Ovšem jsou tu určitá specifika, kvůli kterým se výběr rozděluje. Výběr materiálu pro čelní plochu bývá zpravidla pestřejší. Přibývá zde varianta foliovaných tvarových dvířek, kterou dílce korpusu nemají. Příklad pro výběr materiálu čelní plochy zobrazuje Obrázek 36.



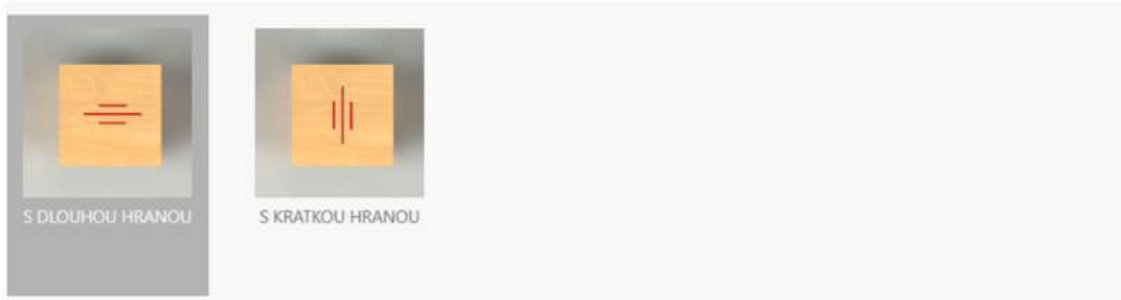
Obrázek 36.: Volba barvy přední plochy.

Obrázek 36 zobrazuje menu pro výběr materiálu čelní plochy. Výběr začíná v poli *Výběr dveří*, kde volíme, pro které dveře bude probíhat následující výběr. Následuje pole *Druh materiálu přední plochy*, ve kterém vybíráme druh materiálů. Při volbě „dřevo dekor“ a „UNI barva“ se zobrazí pole *Dveře folie*, ve kterém jsou dvě možnosti – „ploché“ a „folie“. Jak obrázek napovídá, jedná se o volbu plošného tvaru dveří. Bude-li zvolena možnost „folie“, zobrazí se pole *Tvar dveří*, ve kterém je na výběr několik tvarů foliovaných dvířek. Konkrétní tvary jsou použity od firmy Trachea. Poslední zobrazené pole slouží k výběru konkrétního dekoru dveří. Název pole se liší dle výběru v poli *Druh materiálu přední plochy*.

DREVO DEKOR



ORIENTACE VLÁKEN PŘEDNÍ PLOCHY

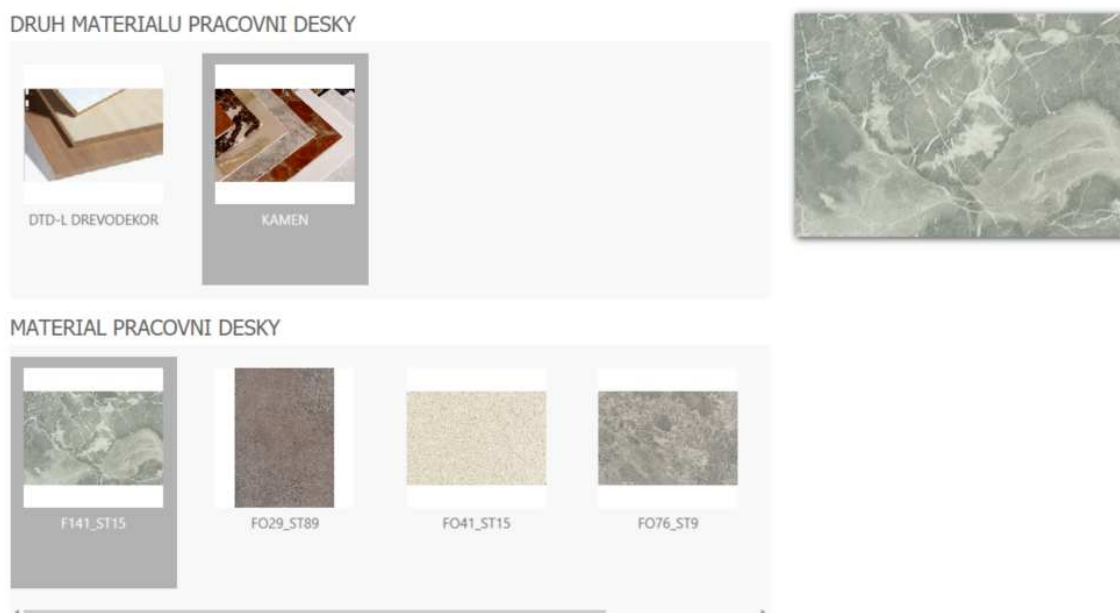


Obrázek 37.: Orientace vláken přední plochy.

Obrázek 37 zobrazuje pole *Orientace vláken přední plochy*. To slouží pro změnu orientace vláken na čelní ploše. Výchozí hodnota je zvolena „s dlouhou hranou“ – jedná se o standard, kde směr vláken je s dlouhou hranou. Při volbě „s krátkou hranou“ dojde k otočení textury o 90° a směr vláken je shodný s krátkou hranou dílce.

5.4.6. Volba materiálu pracovní desky

Tato volba je od katalogu materiálu oddělena, protože se liší její materiál. Opět je nabídka na výrobcí, kolik a jaké materiály si bude moci zákazník vybrat. Princip, jak by mohlo menu katalogu vypadat, zobrazuje Obrázek 38.



Obrázek 38.: Volba barvy pracovní desky.

Obrázek 38 zobrazuje jednoduchou volbu materiálu pracovní desky. V prvním poli *Druh materiálu pracovní desky* se volí, zda se jedná o „dřevo dekor“ nebo „kámen“. Pole *Druh materiálu pracovní desky* filtruje nabídku v poli *Materiál pracovní desky*, ve kterém dochází k zobrazování nabízených materiálů a následné volbě konečného materiálu.

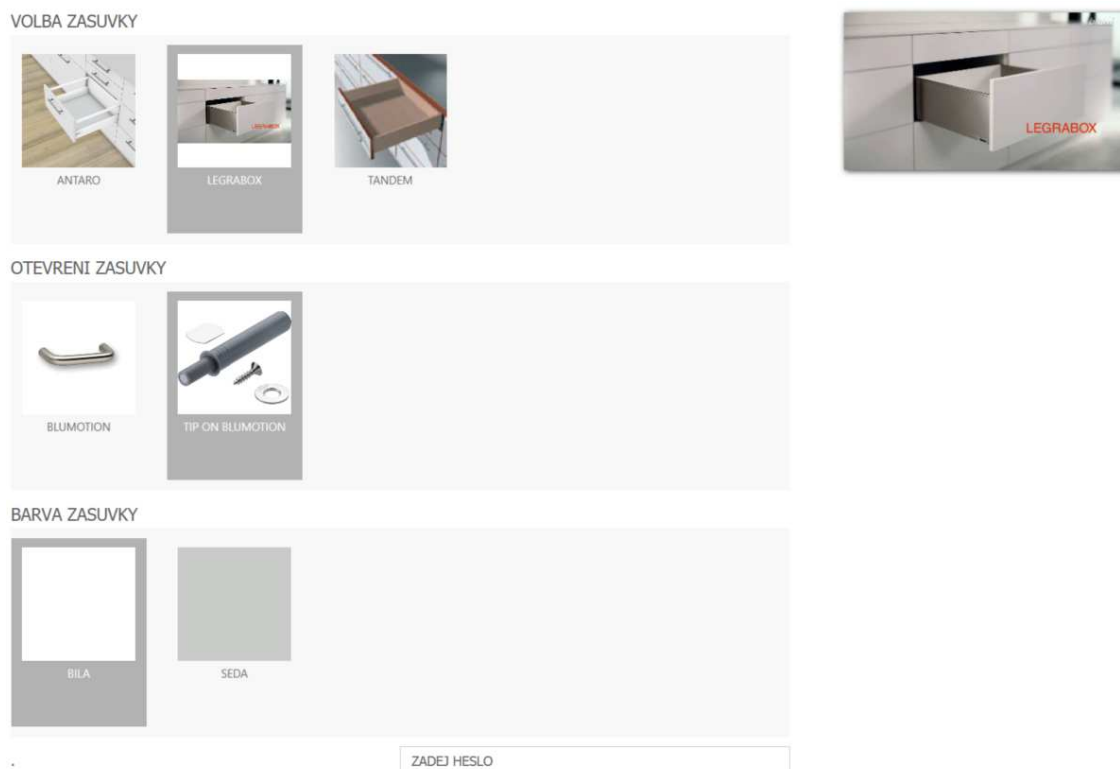
5.4.7. Volba zásuvky

Je jednou z důležitých voleb v katalogu, protože se zásuvkové skříně vyrábějí čím dál tím více. Záleží na firmě, jakého dodavatele si vybere pro dodávky výsuvného kování. Jedna z možností konfigurace je volba skříně s počtem zásuvek – viz Obrázek 39. Skřínky jsou vyobrazeny na obrázcích a uživateli je zobrazována představa o voleném výrobku. Počet zásuvek již v konfigurátoru výrobku není měněn, i když takovou volbu katalog umožňuje a je možné ji naprogramovat. Volná volba zásuvek je vhodná u solitérních druhů nábytku. U kuchyní se nedoporučuje následná změna výšky zásuvky z důvodu návaznosti čel zásuvek celé sestavě skříněk v kuchyni.



Obrázek 39.: Katalog zásuvek.

Obrázek 39 zobrazuje katalog pro první výběr zásuvkových skříní v katalogu. Slouží pro výběr počtu zásuvek ve skřínce a doplněn je obrázky pro snadnější představu o konečném vzhledu výrobku.



Obrázek 40.: Volba zásuvky.

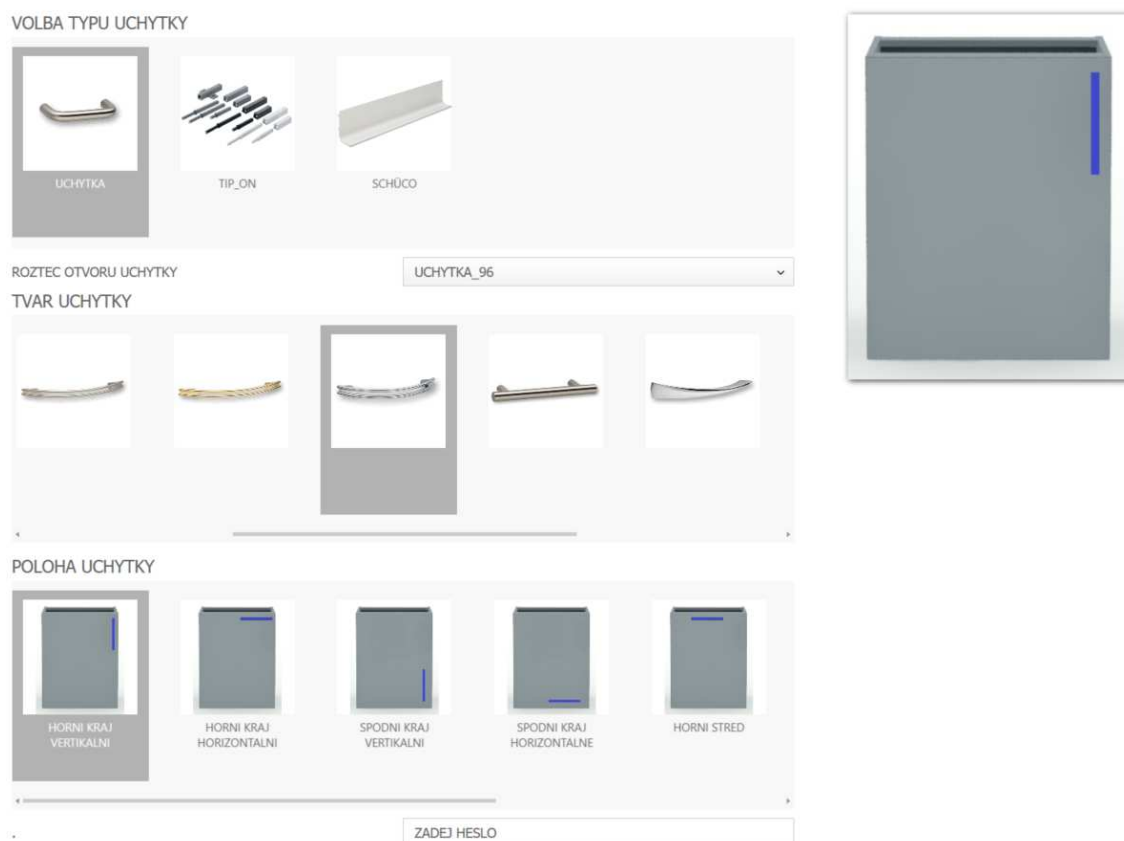
Obrázek 40 zobrazuje menu katalogu pro výběr zásuvky v zásuvkové skřínce. V poli *Volba zásuvky* volíme typ zásuvky podle přání. Následuje specifikace otevření zásuvky v poli *Otevření zásuvky*, ta slouží pro další zobrazení pole úchytky. Poslední volbou je výběr v poli *Barva zásuvky*, kde se volí barvu zásuvky.

Otevření zásuvky nestačí pouze v záložce katalogu úchytky, protože u zásuvek jsou podle otevření měněny jednotlivé komponenty zásuvek. Zásuvka je složena z několika komponentů, které jsou složeny do sad závislých na způsobu jejího otevírání. Jednotlivé sady jsou tedy podle toho měněny.

V menu nelze vidět žádné pole pro další přesnější specifikaci zásuvky, jako jsou hloubka zásuvky, výška bočnic zásuvky. Je uvažováno o maximálním využitím prostoru pro zásuvku spojené s doporučením výrobce kování. Výpočtem z rozměrů výrobků volených na začátku je logikou přiřazena vždy správná zásuvka.

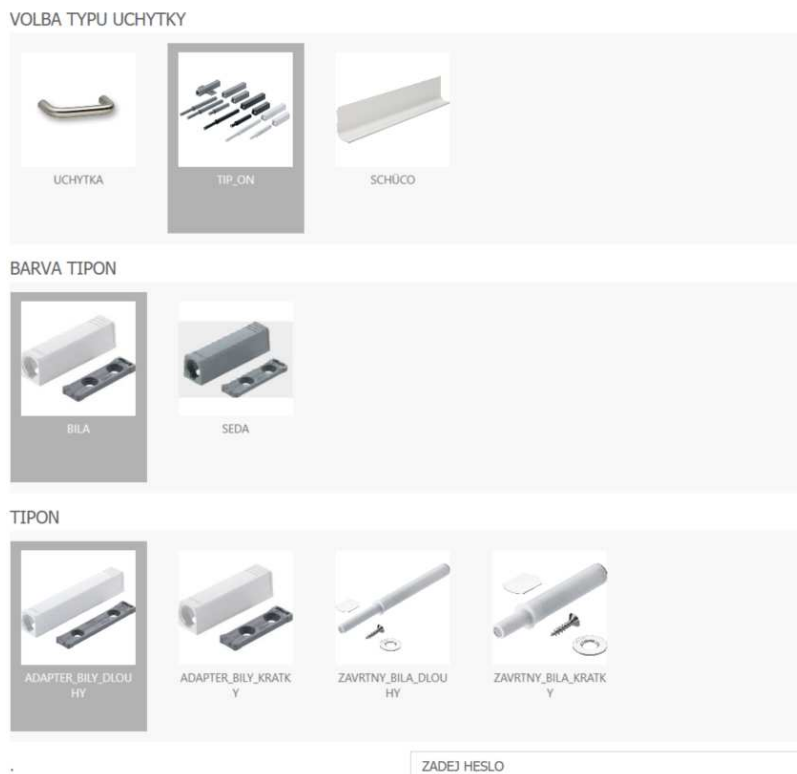
5.4.8. Volba úchytky

Poslední položkou v menu může být výběr úchytky. Pojmenované je jako *Výběr úchytky*, ovšem jsou populární i bezúchytkové skříně. I to je ve své podstatě úchytkou, kterou musíme zvolit jako TIP ON. Další variantou bezúchytkové skříně je Schüco hliníkový profil připevněný na korpusu skříně.



Obrázek 41. Výběr úchytky.

Obrázek 41 zobrazuje menu pro volbu úchytky. V prvním poli *Volba typu úchytky* při volbě „úchytká“ dojde k zobrazení polí pro volbu délky úchytky. V poli *Rozteč otvorů úchytky* se volí délka úchytky. Podle zvolené délky se tvary úchytek vyráběné ve zvolené rozteči logikou filtrují v poli *Tvar úchytky*, kde probíhá konkrétní výběr úchytky. Následuje výběr polohy úchytky na dveřích v poli *Poloha úchytky*. Nabídka *pole Poloha úchytky* je určována logikou dle typu skříně, která se konfiguruje. Poslední viditelné pole



Obrázek 42.: Výběr úchytky TIP ON.

Obrázek 42 zobrazuje v poli *Volba typu úchytky* volbu „TIP ON“. TIP ON je kování sloužící pro otevírání a zavírání dveří pro bezúchytkvé skříně. Po volbě se skryjí pole zobrazené při volbě *Úchytka* a zobrazí se pole pro výběr TIP ON. Výběr začíná v poli *Barva TIP ON*, ve kterém se zvolí barva kování. Následuje konkrétní výběr v poli TIP ON.



Obrázek 43.: Výběr úchytky Schüco.

Obrázek 43 zobrazuje poslední volbu pole *Volba typu úchytka* a tou je „Schüco“. Je to úchytka ve formě hliníkového profilu připevněná na bocích korpusu vedená po celé délce sestavy skříně. Po volbě se skryjí všechny pole a výběr zde končí. Úchytka je náročná na konstrukci skříně. Ve skříně dochází pomocí logiky k záměně boků a předních ploch, protože přední plocha musí být snižena, aby se daly dveře otevřít.

5.4.9. Kontrolní pole Zadej heslo

Na každé záložce menu se poslední pole zobrazuje popsané tečkou a u něj popis „zadej heslo“, to zobrazuje Obrázek 44. Toto je velmi důležité pro zpřístupnění skrytého obsahu pro ladění programu.



Obrázek 44.: Kontrolní pole.

5.4.10. Výpočet kombinací vytvořeného vzorového konfigurátoru

Tabulka 4.: Tabulka součtu polí a počtu voleb

Součet polí		
Záložka	Počet polí	Počet voleb
Rozměry	3	3
Konstrukce	21	21
Materiál korpusu	23	33
Materiál čelní plochy	27	35
Úchytka	8	43
Zásuvky	3	7
Pracovní desky	2	3
Celkem	87	145

Tabulka 4 zobrazuje součet všech polí, ve kterých lze provádět změny použité ve vzorovém konfigurátoru, kterých je 87. To jsou pole, ve kterých uživatel může provádět změny. Součet počtu voleb – 145 – je součet nabídky ke zvolení v jednotlivých polích. V součtu 145 nejsou započítány počty nabízených materiálů, úchytek a pole dopisované uživatelem, kam patří například rozměry. Tyto pole jsou zde započítány jako 1 kus. Jsou vyřazeny kvůli velké možnosti změn. Např. rozměry můžeme zapisovat v kroku po 1 mm.

Tyto pole sloužily pro výpočet možných kombinací, které vzorový katalog umožňuje. Pro výpočet byla zvolena kombinace podle vzorce:

$$C_k(n) = \binom{n}{k} = \frac{n!}{k!(n-k)!} = \frac{145!}{87!(145-87)!} = 1,62 \times 10^{41} \text{ kombinací} \quad [1]$$

n – počet prvků; k – počet variací

Přidáním jedné volby se zvyšuje počet kombinací o $2,39 \times 10^{41}$.

4. Zhodnocení, diskuze a přínos pro praxi

V práci je vysvětlen a popsán pojem „konfigurátor“ pro sestavení si nábytku podle vlastních představ. Důvodem používání konfigurátoru je splnění přání zákazníka a vytvoření individuálního výrobku přesně podle jeho představ. Výrobek si sám zákazník sestaví v konfigurátoru. Konfigurátorem je uživatel veden v předem stanovené logice, která je vytvořena konstruktérem a vede vždy ke správné konfiguraci výrobku bez chyb.

Výsledkem konfigurátoru je připravení výrobních dat pro výrobu výrobku. Jedná se především o popisná data výrobku (kusovník, výkresy, seznam objednaných položek, a také data čitelná pro CNC stroje). Díky kompletnímu popisu jsme schopni okamžitě začít vyrábět. Vede to ke snížení dodacích lhůt atypických výrobků pohybujících se v řádu několika dnů (v závislosti na konkrétní organizaci výroby). Všechna data z konfigurátoru jsou v elektronické podobě předávána přes internet. Vygenerováním dat z konfigurátoru prostřednictvím Imos CAD/CAM a vhodným propojením s ERP systémem dochází k plnému využití ERP systému. ERP systém šíří data získaná z CAD/CAM dat z programu Imos a může dojít k automatickému objednání komponentů kování a dalších nakupovaných položek, objednávce materiálu nebo k požadavku na doskladnění materiálu, předání kalkulačních dat obchodnímu a ekonomickému úseku, výrobní data výrobě. Konfigurátor s přímou vazbou na CAD/CAM poskytující data tedy slouží ke zrychlení přípravy výroby.

V práci je popsán koncept Průmysl 4.0 známý také pod německým pojmem Industrie 4.0. Situace podniků v České republice je zde popsána v současném stavu a v budoucím stavu. Posuzováním podniků v Průmyslu 4.0 je rozděleno do 5 skupin, kdy pátá je nejvyšší. Podniky v České republice s nejmodernějšími výrobními a softwarovými technologiemi se zařazují do 3. skupiny, některé atakují hranici 4. skupiny.

Nábytkářský průmysl produkuje výrobky, u kterých lze zjišťovat analýzu životního cyklu výrobku (PLM). Vybrané moduly jsou v práci popsány a je zde komentováno, jak se do procesu zapojuje software Imos. Soubor modulů v PLM systému potřebuje kvalitní CAD data, ze kterých vychází všechny moduly. Software Imos je CAD/CAM software určený pro nábytkářský průmysl.

Jako každý průmysl má svá specifika se kterými software pracuje a jsou jeho přednostmi. V kapitole Vlastnosti a požadavky na CAD/CAM systémy v nábytkářství popisuje požadavky na CAD/CAM systém v nábytkářském průmyslu zabývající se od konvenčních postupů přes databázový návrh k tvorbě dat čitelná pro stroj. Definován a

popsán je 2D a 3D návrh. U 3D návrhů je popsán základní postup vytvoření modelu, tak i moderní techniky modelování kam patří tzv. „Feature modely“ (Feature modelling), kam patří modifikování modelu objekty technologicky známých z technické praxe – tyto principy používá právě Imos CAD/CAM pro asociativní propojení se stroji a dalšími výrobními systémy. Například přiřazení dílci vrtaný otvor. Takové modelování je používáno i v softwaru Imos. Modelování vede ke zrychlení produktivity práce. Definovány jsou pojmy databáze a vysvětlení základních databází a práci s nimi použitelné v nábytkářském průmyslu.

Aniž by si to uživatel konfigurátoru uvědomoval, je při konfiguraci provázen logikou. Uživatel si konfiguruje výrobek dle svých představ, ale nabídka, která je mu zobrazena, je výsledkem logického myšlení konstruktéra. Uživatel si vybere to, co mu nabídneme k výběru. Základní operace logiky, které jsou pro tuto práci dostačující, jsou v práci popsány a vysvětleny.

V České republice výhoda konfigurátoru doposud nebyla objevena. Během práce byly objeveny pouze 4 konfigurátory volně umístěné na internetu prezentovány pod českou doménou. Z toho 2 jsou výsledkem práce v Imosu a zbylé 2 jsou odlišné nabízející minimální konfigurace. Jelikož je v České republice konfigurátorů nedostatek, byl průzkum trhu zaměřen na zahraniční konfigurátory. Zahraniční weby nabízejí dostatek konfigurátorů s různými možnostmi konfigurace nábytku. Do průzkumu trhu vstupovaly některé konfigurátory vytvořené v programu Imos u zahraničních firem. Průzkumem trhu bylo zjištěno, že nenalezneme dva stejné konfigurátory a každá firma umožní zákazníkovi různou modifikaci. Z přehledu konfigurovaného nábytku vyplývá, že se konfiguruje veškerý nábytek převládá skříňový nábytek, kam patří šatní skříně a komody. Na druhém místě jsou kuchyně a ostatní nábytek je na stejné úrovni několika procentního zastoupení.

Co se projektu o zavedení Průmyslu 4.0 týče, tak výsledek mé práce dokazuje již existenci tohoto projektu a aplikace v praxi. Konfigurátor, který je volně umístěný na internetu splňuje požadavky pro masové přizpůsobení výrobků, tedy jednu z hlavních cílů Průmyslu 4.0. Doba dodání zakázkově vyráběného atypického nábytku se již počítá v řádů dnů nikoliv týdnů, jak tomu bylo doposud.

Pokud je konfigurátor vhodně přes databázi spojen s výrobou, jedná se o efektivní nástroj, díky kterému jsme schopni enormně zkracovat dodávky výrobků zákazníkovi a v konečném důsledku odstranit sklady hotových výrobků. Důvod, proč můžeme dobu zkrátit, je změna místa tvorby dat potřebných pro výrobu nábytku. Tou změnou je

myšleno přesunutí myšlenky a drahé práce konstruktéra na zákazníka, který vytvoří dle své představy výrobek v konfigurátoru a ze vzniklých dat software automaticky vygeneruje data nezbytná pro výrobu – kusovníky, výkresy, CNC programy. Konstruktor zde slouží k tomu, aby udržoval katalog v takovém stavu, aby generovaná data byla správná a výrobky byly vyrobitelné.

Dle mého zkoumání v literárním přehledu a zjištění požadavků na nábytkářský software vyplývá, že Imos splňuje všechny předpoklady pro aplikaci v novém projektu Průmyslu 4.0, která v současnosti probíhá. Proto byl vybrán tento software pro vytvoření menu katalogu. Tato práce dokazuje, že je i v České republice možnost mít kvalitní konfigurátor nábytku s neomezenou škálou možností konfigurace, která se začíná využívat. Dokazují to 2 konfigurátory firmy B2B a JAF Nábytkové dílce.

Parametry, které lze u kuchyňského nábytku měnit a konfigurovat jsou v práci uvedeny. Práce je v tomto omezena na software Imos. Ten umožňuje mnohem více změn a konfigurací nábytků nebo dílců, ale ty bohužel nejsou v práci kvůli dodržení rozsahu uvedeny.

Změny musí být jasné a pochopitelné, proto jsou v práci katalogy rozděleny do čtyř skupin podle odborných znalostí uživatele katalogu. Pro každou skupinu jsou doporučovány různé konfigurace.

Vzorový konfigurátor připravený pro tuto práci umožňuje upravit 87 parametrů a volit 145 hodnot celkový počet kombinací je až $1,62 \times 10^{41}$ variant atypických výrobků. V aktuální technické praxi konfigurátory Imos CAD/CAM umožňují i mnoho násobně větší katalogy a databáze ve srovnání s představeným vzorem. Ve výpočtech není zahrnuta nabídka prvků, které se velmi často mění, jako jsou materiály, úchytky. Rozšíření katalogu jen o jednu další volbu nám roste možnost o $2,39 \times 10^{41}$ dalších kombinací. Počet kombinací je tak závratně velké číslo, že je až neuvěřitelné v kolika kombinacích lze vytvořit jednu skříň do kuchyně.

5. Závěr

V teoretické části práce je vysvětlen pojem konfigurátor a analýzou trhu prokázány vhodnosti použití konfigurátoru pro konfiguraci nábytku. Jsou vyhodnoceny změny, ve kterých je zákazník veden ke správné konfiguraci nábytku. A zjištěny možnosti, které lze pomocí konfigurátoru měnit. Výsledkem každé konfigurace je zobrazení ceny výrobku. Zákazník má tedy okamžitý přehled o ceně, která je v průběhu konfigurace neustále aktualizována a zobrazována. Díky konfigurátoru se snižuje doba dodání atypicky vyráběného nábytku, který je dodáván v řádu několika dnů.

Následuje zjištění požadavků na moderní software a tok výrobních informací v nábytkářském podniku. Popsány jsou základní moduly analýzy životního cyklu výrobku a postupy související se softwarem Imos. Teoretickou částí bylo dokázáno, že software Imos splňuje všechny požadavky moderního softwaru vhodného pro nábytkářský průmysl.

Praktická část obsahuje vytvořené menu konfigurátoru v softwaru Imos pro kuchyňský nábytek. Vzorový konfigurátor představuje možnosti, které lze jednoduše konfigurovat. Doporučuje se menu rozdělit do tří skupin podle odbornosti uživatele a připravovat konfigurátor individuálně pro cílenou skupinu uživatelů. Výpočtem kombinací ve vzorovém katalogu dosáhneme neuvěřitelných $1,62 \times 10^{41}$ možných kombinací jedné kuchyňské skříně. Pro všechny konfigurace je možné okamžitě generovat data a šířit v podniku pro výrobu nábytku.

6. Summary

The aim of the thesis “Furniture series preparation established with logic for configuration and maintenance of construction” was to describe configurators of furniture and their usage in furniture industry in the Czech Republic and Slovakia.

In the thesis, the current condition of industry and placement of furniture producing companies in industry is introduced. Current industry is also called “industry 4.0”. In the thesis, the description of current and future condition of furniture industry in the Czech Republic is made.

The thesis deals with modules of PLM system aimed on information flow in production. The software IMOS with its connection in PLM system is compared and suitability of usage in modern production is proved. Followed by detecting of features and requirements put on CAD/CAM systems in furniture industry. Suitability of application of database systems was found out. Comparison of convent procedures of furniture making with modern database designs is made here. The output of manufacture preparation is the description of data creation for CNC machines. New trends of CAD/CAM systems development is also described.

7. Seznam použité literatury

ACHTEN, Henri. *Design computing - principles of computer aided architectural design*. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2007. ISBN 9788001036327.

BASL, Josef a Roman BLAŽÍČEK. *Podnikové informační systémy: podnik v informační společnosti*. 3., aktualiz. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2012. Management v informační společnosti. ISBN 9788024743073.

ČECH, Pavel a Vladimír BUREŠ. *Podniková informatika*. Hradec Králové:

Gaudeamus, 2009. ISBN 9788070414798. Dostupné také z:

<http://kramerius.mzk.cz/search/handle/uuid:8f2e15d0-88e4-11e3-997d-005056827e52>

BRYNJOLFSSON, Erik. *The second machine age : work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies*. New York: W.W. Nort & Company, 2014. ISBN 9780393239355.

HOLUBOVÁ, Irena, Jiří KOSEK, Karel MINAŘÍK a David NOVÁK. *Big Data a NoSQL databáze*. Praha: Grada, 2015. Profes!onal. ISBN 9788024754666.

JANDEČKA, Karel. *Postprocesory a programování NC strojů*. Ústí nad Labem: UJEP, FVTM, 2007. Knihnice strojírenské technologie. ISBN 9788070448700.

KEŘKOVSKÝ, Miloslav a Ondřej VALSA. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 3., dopl. vyd. V Praze: C.H. Beck, 2012. C.H. Beck pro praxi. ISBN 9788071793199.

KRÁĚ, Ján. *Príprava výroby s využitím CAx technológií*. Košice: Technická univerzita v Košiciach, Strojnícka fakulta, 2010. Edícia študijnej literatúry. ISBN 9788055307077.

MAŘÍK, Vladimír. et al. *Národní iniciativa průmysl 4.0*. Praha: Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2015.

MAŘÍK, Vladimír. et al. *Průmysl 4.0: výzva pro Českou republiku*. Praha: Management Press, 2016. ISBN 9788072614400.

MENDELSON, Elliot. *Introduction to mathematical logic*. 5th ed. Boca Raton: CRC Press, 2010. Discrete mathematics and its applications. ISBN 9781584888765.

PETERKA, Jozef a Alexander JANÁČ. *CAD/CAM systémy*. Bratislava: Slovenská technická univerzita, 2002. Edícia skrípt. ISBN 8022716855.

RACLAVSKÝ, Jiří. *Úvod do logiky: klasická výroková logika*. Brno: Masarykova univerzita, 2015. ISBN 9788021077904.

SADÍLEK, Marek. *CAM systémy v obrábění I*. 2., dopl. vyd. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2010. ISBN 9788024822785.

SHELDON, Robert. *SQL: začínáme programovat*. Praha: Grada, 2005. Průvodce (Grada). ISBN 8024709996.

STEPHENS, Ryan K. a Ronald R. PLEW. *Naučte se SQL za 21 dní: pochopte principy jazyka relačních databází: uplatněte získané dovednosti při tvorbě dotazů a databázových aplikací*. Brno: Computer Press, 2004. ISBN 8072268708.

ŠEVČÍK, Ladislav. *PLM systém a principy návrhu výrobků: učební texty pro studenty FS, FM ..* Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2010. ISBN 9788073726416.

Wood Software. Materiály a dokumenty firmy Wood Software, s.r.o., Ostravská 82, 747 70, Opava-Komárov

Internetové zdroje

ŠKODA AUTO a.s. *ŠKODA AUTO*. [Online]. [vid. 9. dubna 2017]. Dostupné z: <http://www.skoda-auto.cz/>

Siemens. *Siemens PLM Software*. [Online]. [vid. 2. února 2017]. Dostupné z: <http://www.plm.automation.siemens.com/plm/ind>

Nábytek na míru B2B Partner s.r.o. *Konfigurátor*. [Online]. [vid. 9. února 2017]. Dostupné z: <https://www.nabyteknamiru.cz/kancelarske-skrine/?p=1>

Průzkum trhu konfigurátorů

POKOUTNÍK. *Konfigurátor*. [online]. [vid. 10. listopadu 2016]. Dostupné z: <http://www.pokoutnik.cz/>

POSSI. *Konfigurátor*. [online]. [vid. 10. listopadu 2016]. Dostupné z: <https://www.possi.cz>

IKEA. *Konfigurátor*. [online]. [vid. 10. listopadu 2016]. Dostupné z: http://www.ikea.com/ms/cs_CZ/pages/interiorvistaplanner_metod.html

CABJAKS. *Konfigurátor*. [online]. [vid. 10. listopadu 2016]. Dostupné z: <http://cabjaks.co.nz/collections/wardrobe-planner#step-2>

STEGBAR. *Konfigurátor*. [online]. [vid. 10. listopadu 2016]. Dostupné z: https://www.stegbar.com.au/wardrobe_designer/builder.htm

WIZARDWARDROBES. *Konfigurátor*. [online]. [vid. 10. listopadu 2016]. Dostupné z: <http://www.wizardwardrobes.co.uk/design-your-wardrobe/>

PRODBOARD. *Konfigurátor*. [online]. [vid. 10. listopadu 2016]. Dostupné z: <https://prodboard.com/closet-3d-online-planner/>

SESTAVSIDVERE. *Konfigurátor*. [online]. [vid. 10. listopadu 2016]. Dostupné z: <http://www.sestavsidvere.cz/cs/>

MAGNET. *Konfigurátor*. [online]. [vid. 10. listopadu 2016]. Dostupné z:

<http://www.magnet.co.uk/design-your-kitchen/kitchen-planner>
DEINSCHRANK. *Konfigurátor*. [online]. [vid. 10. listopadu 2016]. Dostupné z:
<http://www.deinschrank.de/>
MEINE-MÖBELMANUFAKTUR. *Konfigurátor*. [online]. [vid. 10. listopadu 2016].
Dostupné z:
<https://www.meine-moebelmanufaktur.de/>
AUDENA. *Konfigurátor*. [online]. [vid. 10. listopadu 2016]. Dostupné z:
<http://www.audena.de/>
ONLINE MÖBEL KAUFEN. *Konfigurátor*. [online]. [vid. 10. listopadu 2016].
Dostupné z:
<https://online-moebel-kaufen.de>
SCHRANKWERK. *Konfigurátor*. [online]. [vid. 10. listopadu 2016]. Dostupné z:
<https://www.schrankwerk.de>
TORD TREND. *Konfigurátor*. [online]. [vid. 10. listopadu 2016]. Dostupné z:
<http://tork.trend.de/config/step1>
FORM. *Konfigurátor*. [online]. [vid. 10. listopadu 2016]. Dostupné z:
<https://www.form.bar>
NOLTE MÖBER. *Konfigurátor*. [online]. [vid. 10. listopadu 2016]. Dostupné z:
<http://www.nolte-moebel.de/en/Furniture-Planner>
MY MÖBERSTUECK. *Konfigurátor*. [online]. [vid. 10. listopadu 2016]. Dostupné z:
<https://www.my-moebelstueck.de>
HOLZGESPUR. *Konfigurátor*. [online]. [vid. 10. listopadu 2016]. Dostupné z:
<http://www.holzgespuer.de/>
SCHRANKPLANER. *Konfigurátor*. [online]. [vid. 10. listopadu 2016]. Dostupné z:
<http://www.schrankplaner.de/onlineplaner/masse/1>
DEINMÖBEL. *Konfigurátor*. [online]. [vid. 10. listopadu 2016]. Dostupné z:
<http://www.deinmoebel.ch/konfigurator>
SCHRANKGIGANT. *Konfigurátor*. [online]. [vid. 10. listopadu 2016]. Dostupné z:
<https://www.schrankgigant.de>
KÜECHEN ATLAS. *Konfigurátor*. [online]. [vid. 10. listopadu 2016]. Dostupné z:
<https://www.kuechen-atlas.de>
NOBILIA. *Konfigurátor*. [online]. [vid. 10. listopadu 2016]. Dostupné z:
<http://www.nobilia.de/de/home>
WEBPLANER. *Konfigurátor*. [online]. [vid. 10. listopadu 2016]. Dostupné z:

<http://www.webplaner-innoplus.de/>

HOMEBASE. *Konfigurátor*. [online]. [vid. 10. listopadu 2016]. Dostupné z:

<http://homebase.2020.net/planner/UI/Pages/VPUI.htm>

PROFILEKITCHENS. *Konfigurátor*. [online]. [vid. 10. listopadu 2016]. Dostupné z:

<http://profilekitchens.2020.net/planner/UI/Pages/VPUI.htm>

8. Seznam obrázků

Obrázek 1. Nabídka konfigurátoru v automobilovém průmyslu. (ŠKODA AUTO a.s., 2017)	10
Obrázek 2.: Graf výsledků analýzy trhu.	16
Obrázek 3.: Graf zastoupení druhů nábytků v konfigurátorech.	17
Obrázek 4: Moduly PLM systému s působícími vnějšími vlivy. (Ševčík, 2010)	29
Obrázek 5: Hierarchie výroby pomocí CAD/CAM (Sadílek, 2010)	37
Obrázek 6.: Schéma databáze (Čech & Bureš, 2009).....	40
Obrázek 7.: Menu skříňky katalogu pro konečného zákazníka (Nábytek na míru, 2017)	52
Obrázek 8.: Textové pole.	53
Obrázek 9.: Rolovací menu volby konstrukčního spoje.	53
Obrázek 10.: Obrázkové menu volby konstrukčního spoje.	53
Obrázek 11.: Zatrhávací pole.....	54
Obrázek 12.: Filtrování materiálu zobrazení všech materiálů.....	54
Obrázek 13.: Filtrování materiálu volba dřevo dekor.....	55
Obrázek 14.: Filtrování materiálu volba barva.....	55
Obrázek 15.: Filtrování materiálu volba barvy při všech materiálech.....	56
Obrázek 16.: Menu výrobku.....	57
Obrázek 17.: Změna rozměrů.....	57
Obrázek 18.: Konstrukce výrobku.....	58
Obrázek 19.: Konstrukce půdy – vlys.....	58
Obrázek 20.: Konstrukce půdy – plná půda.....	59
Obrázek 21.: Konstrukční přesahy.....	59
Obrázek 22.: Výběr počtu otvorů pro polici.....	60
Obrázek 23.: Nejjednodušší volba materiálu.....	61
Obrázek 24.: Třídění materiálů.....	61
Obrázek 25.: Třídění RAL 1.....	62
Obrázek 26. Třídění RAL 2.....	62
Obrázek 27.: Přiřazení barvy pro dílce.....	63
Obrázek 28.: Změna materiálu u boku – volba dílce.....	63
Obrázek 29.: Změna materiálu u boku – volba materiálu.....	64
Obrázek 30.: Změna materiálu u boku – výběr materiálu.....	64

Obrázek 31.: Orientace vláken.	65
Obrázek 32.: Volba tloušťky boční plochy pravého boku obrázek 1.	66
Obrázek 33.: Volba tloušťky boční plochy pravého boku obrázek 2.	66
Obrázek 34.: Volba tloušťky boční plochy pravého boku obrázek 3.	67
Obrázek 35.: Volba druhu čelní plochy.	68
Obrázek 36.: Volba barvy přední plochy.	70
Obrázek 37.: Orientace vláken přední plochy.	71
Obrázek 38.: Volba barvy pracovní deky.....	72
Obrázek 39.: Katalog zásuvek.	73
Obrázek 40.: Volba zásuvky.....	74
Obrázek 41. Výběr úchytky.....	75
Obrázek 42.: Výběr úchytky TIP ON.	76
Obrázek 43.: Výběr úchytky Schüco.	76
Obrázek 44.: Kontrolní pole.	77

9. Seznam tabulek

Tabulka 1.: Tabulka část 1 sběru dat pro průzkum trhu.....	13
Tabulka 2.: Tabulka část 2 sběru dat pro průzkum trhu.....	14
Tabulka 3.: Výsledek průzkumu trhu z tabulek 1 a 2.	15
Tabulka 4.: Tabulka součtu polí a počtu voleb.....	77