

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

KATEDRA TECHNOLOGIÍ A MĚŘENÍ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Zlepšování vybraných procesů v elektrotechnice

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Pavel KRATOCHVÍL**
Osobní číslo: **E14N0018P**
Studijní program: **N2612 Elektrotechnika a informatika**
Studijní obor: **Komerční elektrotechnika**
Název tématu: **Zlepšování vybraných procesů v elektrotechnice**
Zadávající katedra: **Katedra technologií a měření**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

S použitím odborné literatury vypracujte:

1. Přehled současného stavu v oblasti zlepšování procesů v elektrotechnické výrobě.
2. Popište vybrané metody a nástroje pro zlepšování procesů.
3. Pro konkrétní procesy vypracujte případovou studii, která bude obsahovat zavedení vhodné metody nebo nástroje pro zlepšení vybraných procesů elektrotechnického podniku.
4. Doporučení pro praxi.

Rozsah grafických prací: **podle doporučení vedoucího**

Rozsah kvalifikační práce: **40 - 60 stran**

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:


Student si vhodnou literaturu vyhledá v dostupných pramenech podle doporučení vedoucího práce.

Vedoucí diplomové práce: **Doc. Ing. Jiří Tupa, Ph.D.**

Katedra technologií a měření

Datum zadání diplomové práce: **14. října 2016**

Termín odevzdání diplomové práce: **19. května 2017**



Doc. Ing. Jiří Hammerbauer, Ph.D.
děkan



Doc. Ing. Aleš Hamáček, Ph.D.
vedoucí katedry

V Plzni dne 14. října 2016

Abstrakt

Tato práce se zabývá přehledem současného stavu v oblasti zlepšování procesů v elektrotechnické výrobě a vývoji. Následně doporučuje vhodná zlepšení pro společnost ComAp. Tato společnost se zabývá zejména vývojem v oblasti řídicích systémů diesel generátorů, které jsou využívány především jako záložní zdroje v případě výpadku sítě. Pro oddělení CU Test je vypracována případová studie, která zavádí vhodné metody vedoucí ke zlepšení procesů tohoto oddělení.

Klíčová slova

Elektrotechnická výroba a vývoj, zlepšování procesů, procesní řízení, případová studie, ComAp, vývoj, testování, Ishikawův diagram, Poka-yoke, 5S, PDCA, Paretovo pravidlo, JIT, ARIS.

Abstract

The master thesis is focused on the current situation in the field of improving processes in the electro technical manufacturing and development and recommends suitable methods for the company ComAp. This company is mainly focused on development of the control systems of diesel-generators, which are mainly used as backup power sources during the black out. It is including also case study for the department of the CU Test with purpose improve processes of this department.

Key words

Electro technical manufacturing and development, improvement of processes, process management, case study, ComAp, development, testing, Ishikawa diagram, Poka-yoke, 5S, PDCA, Pareto principle, JIT, ARIS.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této diplomové práce.

Dále prohlašuji, že veškerý software, použitý při řešení této diplomové práce, je legální.

.....

podpis

V Plzni dne 17.5.2017

Pavel Kratochvíl

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu diplomové práce doc. Ing. Jiřímu Tupovi, Ph.D. za cenné profesionální rady, připomínky a metodické vedení práce a taktéž kolegům ze společnosti ComAp.

Obsah

OBSAH	8
SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK	9
ÚVOD	10
1 PROCESNÍ ŘÍZENÍ	12
1.1 STRUKTURA PROCESU	12
1.2 ŽIVOTNÍ CYKLUS PROCESU A JEHO ZLEPŠOVÁNÍ.....	13
1.3 MODELOVÁNÍ PROCESŮ.....	13
2 METODY A NÁSTROJE PRO ZLEPŠOVÁNÍ PROCESŮ	14
2.1 ISHIKAWŮV DIAGRAM	14
2.2 BRAINSTORMING.....	15
2.3 PARETOVO PRAVIDLO.....	16
2.4 PDCA CYKLUS – DEMINGOVO KOLO	18
2.5 SWOT ANALÝZA.....	19
2.6 METODA 5S	19
2.7 POKA-YOKE.....	20
2.8 JUST IN TIME	20
3 PŘÍPADOVÁ STUDIE	21
3.1 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI.....	21
3.1.1 <i>Produkty</i>	21
3.1.2 <i>R&D oddělení</i>	31
3.1.3 <i>CU Test oddělení</i>	34
3.1.4 <i>Testování</i>	36
3.2 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU A DEFINICE PROBLÉMŮ	38
3.2.1 <i>Analýza současného stavu procesu testování kontroléru</i>	38
3.2.2 <i>Výsledky z dotazníku</i>	47
3.2.3 <i>SWOT analýza oddělení</i>	49
3.2.4 <i>Ishikawův diagram</i>	50
3.3 NEDOSTATKY A NÁVRHY NA ZLEPŠENÍ.....	50
3.3.1 <i>Reorganizace úložných prostor a inventura</i>	50
3.3.2 <i>Doplnění chybějícího HW a dalšího vybavení</i>	51
3.3.3 <i>Třídění poškozeného HW</i>	51
3.3.4 <i>Doplnění vybavení pracovníků</i>	52
3.3.5 <i>Přípravky usnadňující testování</i>	52
3.3.6 <i>Osvětlení pracoviště</i>	53
3.3.7 <i>Zvýšení kvalifikace pracovníků</i>	54
3.3.8 <i>Vybavení SW Testovny</i>	55
3.4 ZHODNOCENÍ NAVRŽENÝCH ZLEPŠENÍ A MOŽNOSTI JEJICH IMPLEMENTACE	55
ZÁVĚR	56
SEZNAM LITERATURY A INFORMAČNÍCH ZDROJŮ	58
PŘÍLOHY	1

Seznam symbolů a zkratek

ARIS	Architektura integrovaných informačních systémů <i>Architecture of Integrated Information Systems</i>
BTS.....	Základnová převodní stanice <i>Base Transceiver Station</i>
CAN.....	Sběrnice pro komunikaci <i>Controller Area Network</i>
CU.....	Řídící jednotka <i>Control Unit</i>
ECU	Řídící jednotka motoru <i>Engine Control Unit</i>
FW	Firmware
Gen-set.....	Diesellový generátor <i>Diesel generator</i>
HW	Hardware
ISO.....	Mezinárodní organizace pro normalizaci <i>International Organization for Standardization</i>
JIT.....	Právě včas <i>Just in Time</i>
PDCA	Naplánuj – Proveď – Ověř – Jednej <i>Plan – Do – Check – Act</i>
PLC.....	Programovatelný logický automat <i>Programmable Logic Controller</i>
R&D	Vývoj a výzkum <i>Research and Development</i>
SW	Software
SWOT.....	Analýza silných stránek, slabých stránek, příležitostí, hrozeb <i>Strengths Weaknesses Opportunities Threats</i>
USB	Univerzální sériová sběrnice <i>Universal Serial Bus</i>

Úvod

Mapování stávajících procesů a jejich zlepšování nebo vytváření nových je dnes nutností v každém podniku. Zejména u podniků působících v elektrotechnickém průmyslu, kde dochází k velmi rychlému vývoji téměř ve všech oblastech a k neustálým změnám ať už z důvodu ekonomických nebo využití nových technologií. Dobře zmapované procesy umožňují velmi snadno sledovat vývoj či výrobu nových produktů a lépe koordinovat práci mezi jednotlivými odděleními. Dobře nastavené procesy často rozhodují o tom, zda bude daný podnik úspěšný či nikoliv.

V současnosti většina velkých podniků využívá nebo zavádí procesní řízení, které pomáhá zlepšit koordinaci a chod podniku. V případě výrobních podniků, kde se jedná o sériovou výrobu je mapování procesů snadnější než v podnicích, které se zabývají zakázkovou výrobou či vývojem. Ale i v těchto oblastech se procesní řízení samozřejmě využívá.

Tato diplomová práce se zabývá analýzou současného stavu, mapováním procesů a návrhem na zlepšení v CU Test oddělení ve společnosti ComAp a.s., kde aktuálně pracuji na pozici testera. ComAp je společnost, zaměřená zejména na vývoj řídicích jednotek pro diesel generátory, které nejčastěji slouží jako záložní zdroje elektrické energie v případě výpadku sítě. CU Test oddělení je součástí R&D oddělení, kde se provádí funkční testování řídicích jednotek, které jsou ve stádiu vývoje a ještě nebyly uvedeny na trh anebo testování řídicích jednotek, které jsou již prodávány a došlo ke změně ve firmwaru a před uvolněním nové verze FW je nutné provést funkční testy znovu. Testováním se rozumí nasimulovat provozní stavy, které mohou nastat a kontrolovat odezvu řídicí jednotky, zda odpovídají funkční specifikaci a v případě nesrovnalostí dané chyby zaznamenat, ale i podmínky a způsob jejich vzniku. Tyto testy jsou zaměřeny na testování FW kontroléru dle funkční specifikace. Testy samotného hardwaru a PC aplikací jsou prováděny v jiných testovacích odděleních.

První část diplomové práce představuje procesní řízení a definici procesu. Následně jsou uvedeny nejčastěji užívané metody pro zlepšování procesů či řešení problémů, které lze snadno využít v praxi.

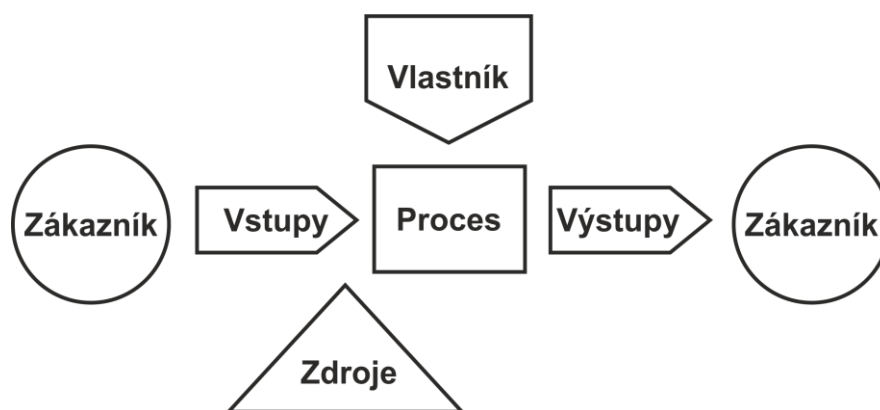
Po tomto teoretickém úvodu následuje případová studie, která je členěna do několika částí. První část případové studie je zaměřena na představení společnosti ComAp a.s., která zahrnuje přehled produktů a představení R&D oddělení pod, které spadá CU Test oddělení a je zde i krátce popsáno samotné testování kontrolérů. Druhou částí případové studie je analýza současného stavu a definice problémů. V této kapitole je analyzován proces testování kontrolérů. Dále je zpracován přehled výsledků z dotazníku, který je zaměřený na spokojenost s chodem CU Test oddělení. Následně je zpracována SWOT analýza a Ishikawův diagram pro CU Test oddělení. Třetí část případové studie se věnuje návrhům na zlepšení odhalených nedostatků a zhodnocením navržených řešení.

1 Procesní řízení

Procesní řízení je způsob vedení podniku, který se zaměřuje na procesy a jejich opakování, případně složitější postupy se člení na dílčí procesy, ať už ve výrobě či vývoji. Procesní řízení neuznává klasickou hierarchii, kde je podnik rozdělen na jednotlivé úseky či oddělení, ale zaměřuje se na proces jako takový, který prochází napříč všemi odděleními. V případě procesního řízení je důležitý vlastník procesu, který je zodpovědný za jeho průběh a také zákazník procesu, který může být vnitřní či vnější. Jednou z výhod procesního řízení je jasně definovaná zodpovědnost. Další výhodou procesního řízení je zmapování všech činností a tím i výrobních postupů a firemního know-how. Díky tomu jsou tyto důležité informace zaznamenány, a ne pouze zapamatovány daným pracovníkem. Zmapování procesů a jejich model je jedním z požadavků norem ISO 9000, které jsou často vyžadovány od obchodních partnerů. [1, 2]

1.1 Struktura procesu

Proces je definován jako soubor činností, které přemění vstupy na výstupy požadované zákazníkem. Proces se skládá z následujících částí: vstupy a výstupy procesu, zdroje procesu, hranice procesu, vlastník procesu a zákazník procesu, viz obrázek *Obr. 1.1*. Zákazník procesu může být jak interní, tak externí. Interním zákazníkem je například jiné oddělení ve stejném podniku. Vstupy u procesu jsou spotřebovávány, respektive přeměňovány na výstup. Vstupem může být například materiál pro výrobu, zatímco zdroje spotřebovávány nejsou. Zdroje mohou být například lidské, výrobní zařízení atd. Hranice procesu definuje jeho začátek a konec. Vlastník procesu je osoba zodpovědná za daný proces. [1, 2]

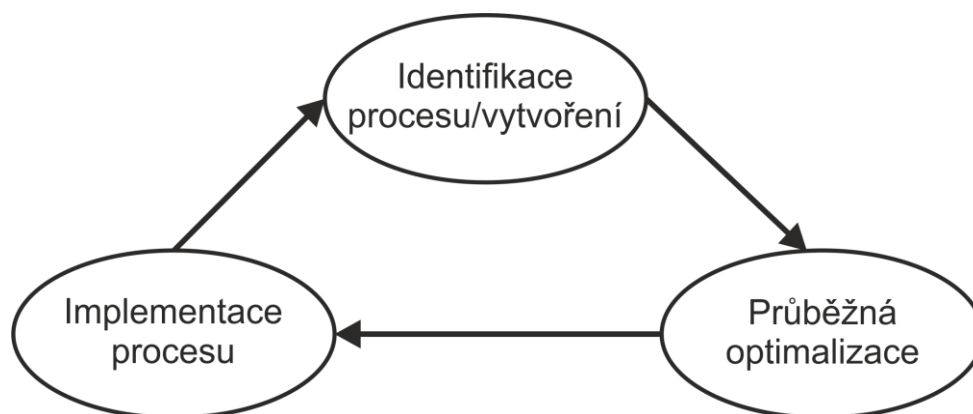


Obr. 1.1 Schéma procesu (převzato z [2])

1.2 Životní cyklus procesu a jeho zlepšování

Životní cyklus procesu by se měl skládat z následujících částí, kdy prvním krokem je identifikace procesu nebo jeho vytvoření, následně by se měl proces optimalizovat a jeho optimalizace implementovat. Tento životní cyklus procesu je naznačen na obrázku *Obr. 1.2*. Pro možnost sledování a zlepšování procesu je třeba zavedení metrik, kterými mohou být například čas či výkonnost. Během zlepšování procesu se postupuje podle následujících bodů: [1, 2]

- Popis současného stavu procesu,
- Stanovení sledovaných metrik,
- Sledování provozu procesu,
- Měření provozu procesu,
- Návrh a implementace řešení.



Obr. 1.2 Životní cyklus procesu (převzato z [2])

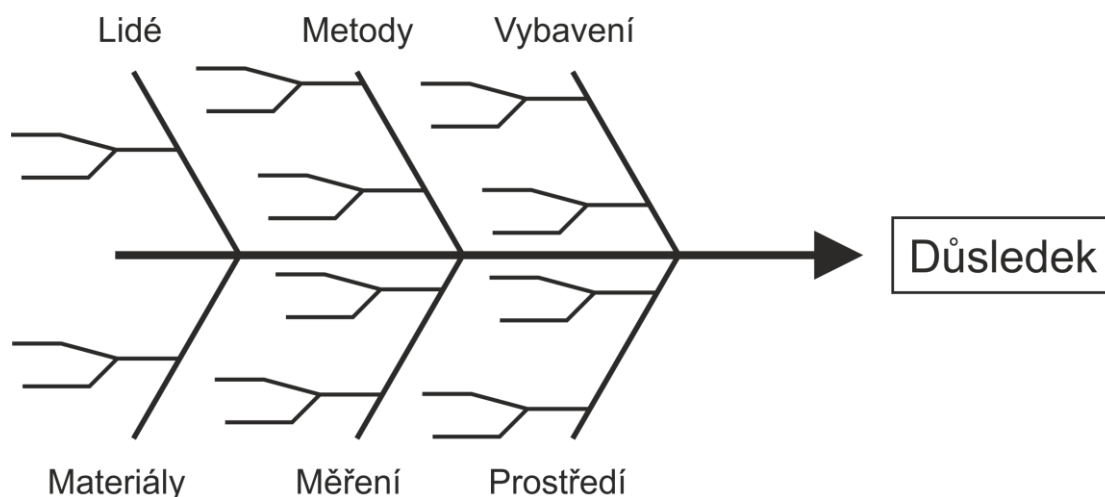
1.3 Modelování procesů

K modelování procesů a vytvoření procesní mapy, kde jsou zaznamenány veškeré procesy podniku nebo oddělení se používají různé softwarové nástroje. Jedním z nich je volně dostupný ARIS Express. Zkratka ARIS znamená Architecture of integrated Information System, který v překladu je Architektura integrovaných informačních systémů. Tento program byl použit pro identifikaci procesů v CU Test oddělení.

2 Metody a nástroje pro zlepšování procesů

2.1 Ishikawův diagram

Ishikawův diagram, je znám také pod názvy diagram příčin a důsledků, rybí kost, Ishikawův graf. Metoda byla objevena a propagována panem Kaoru Ishikawa od 70. let 20. století. Tento nástroj slouží k objevení a zjištění pokud možno všech příčin určitého problému a pomáhá ho snadněji analyzovat. Podstatou Ishikawova diagramu je, že jsou graficky znázorněny možné příčiny, které jsou rozděleny do hlavních kategorií. Těmito typickými kategoriemi jsou: lidé, metody a postupy práce, vybavení, materiál, prostředí, údržba, měření, strategie atd. Záleží na hledání problému v konkrétní oblasti. Diagram ve tvaru rybí kosti je vyobrazen na obrázku *Obr. 2.1*. [3, 4, 5]



Obr. 2.1 Ishikawův diagram [3]

Prvním krokem při vytváření diagramu je specifikace problému, respektive důsledku a jeho napsání na pravou stranu papíru. Následně se hledají hlavní „kategorie“ příčin, které způsobují daný problém. Nyní pro každou z kategorií je třeba vypsát co nejvíce dílčích příčin. K tomu pomáhá brainstorming, kdy lze snadno získat názory i dalších lidí, a tak docílit podrobnějšího přehledu příčin daného problému. Díky takto zpracovanému přehledu se lze snadněji zaměřit na řešení podstatných příčin například pomocí Paretova pravidla. [3, 4, 5]

2.2 Brainstorming

Brainstorming je jedna ze základních technik pro řešení problémů či hledání nových myšlenek. Anglický výraz „brainstorming“ znamená v českém překladu „bouře mozků“. Jak již z názvu vypovídá, jedná se o skupinovou metodu, které se účastní více lidí. [3, 4, 6]

Tato technika se oficiálně využívá od roku 1939 v USA, kde byla použita v jedné reklamní agentuře pro efektivnější a rychlejší hledání nových originálních myšlenek. Následně se rozšířila v 50. letech v USA a později i v Evropě. Cílem této techniky je získat za co nejkratší čas co nejvíce originálních a inovativních myšlenek. Tato technika se zakládá na třech základních myšlenkách:

- Pokud je více nápadů od lidí z různých oborů s rozdílným přístupem a myšlením, tím je větší pravděpodobnost, že se nalezne správné řešení.
- Lidé ve skupině dokáží vyprodukovat za stejný čas mnohem více nápadů, nežli jednotlivci individuálně a díky vzájemné inspiraci přicházejí s mnohem kreativnějšími řešeními.
- Účastníci brainstormingu dokáží lépe zredukovat kritické a čistě logické myšlení. A naopak zintenzivnit tvůrčí a intuitivní myšlení. [3, 4, 6]

Díky brainstormingu, jsou také snadněji překonávány zábrany, zejména psychické a sociální:

- Autocenzura – často jsou nápady a myšlenky zavrhnuty dříve, než jsou někomu sděleny nebo rozvinuty a realizovány. Účastníci jsou méně omezeni vlastní kritičností.
- Ješitnost – lidé neradi přistupují na návrhy ostatních a často jen z důvodu, že na ně nepřišli sami, i přes to, že se jedná o dobrou myšlenku.
- Tendenčnost – lidé jsou často omezeni stereotypem svého každodenního života a vlastními zvyky, že se nedokáží oprostít od svých předsudků a přijít s kreativními řešeními.
- Strach z kritiky – slabší osobnosti těžko snášejí kritiku a často se přizpůsobují názorům skupiny nebo významných jedinců.
- Nedostatek sebedůvěry – tento pocit odrazuje od hledání nových řešení jen z důvodu nízké sebedůvěry, kdy lidé nevěří, že správné řešení mohou nalézt zrovna oni. [3, 4, 6]

Při pořádání brainstormingu by se účastníci měli vybírat podle určitých zásad. Doporučuje se vytvořit skupinu o 7 až 10 členech s ohledem na jejich specializaci. Jako ideální poměr je doporučeno 50% odborníků, kteří se pohybují v daném oboru, 30% odborníků z jiných odvětvích a 20% laiků. Tedy lidí, kteří nemají žádné spojitosti s daným problémem. Důvodem je, že odborníci často uvažují příliš racionálně, technicky a nepřinesou dostatečně kreativní myšlenky. Zatímco laici jsou nezaujatí „nezatížení“ technickými znalostmi či předsudky a dokáží přijít s kreativní myšlenkou anebo alespoň inspirovat odborníky k novým řešením. Je nutné na začátku danou problematiku dostatečně jednoduše vysvětlit. [3, 4, 6]

Zároveň je důležité dbát na to, aby do skupiny nebyli vybráni pracovníci, mezi kterými panují napjaté vztahy. Dále nejsou vhodné osoby s pasivním, skeptickým či konfliktním přístupem. Lidé, kteří nemají smysl pro humor, puntičkáři, neschopní se oprostit od stereotypů také nejsou příliš vhodní členové. [3, 4, 6]

Vedoucím brainstormingu není vhodné volit nadřízeného účastníků, ani specialistu na danou problematiku. Mnohem důležitější je, aby vedoucí byl dostatečně pohotový a měl smysl pro humor a dokázal vytvořit prostředí, kde se účastníci nebudou stydět říkat své názory. Účastníci, kteří jsou zvaní je vhodné seznámat s problematikou až na začátku brainstormingu, aby všichni účastníci byli uvedeni do problematiky rovnoměrně a nikdo neměl možnost si předem nastudovat typická a známá řešení podobných problémů, neboť by to omezovalo tvořivost. [3, 4, 6]

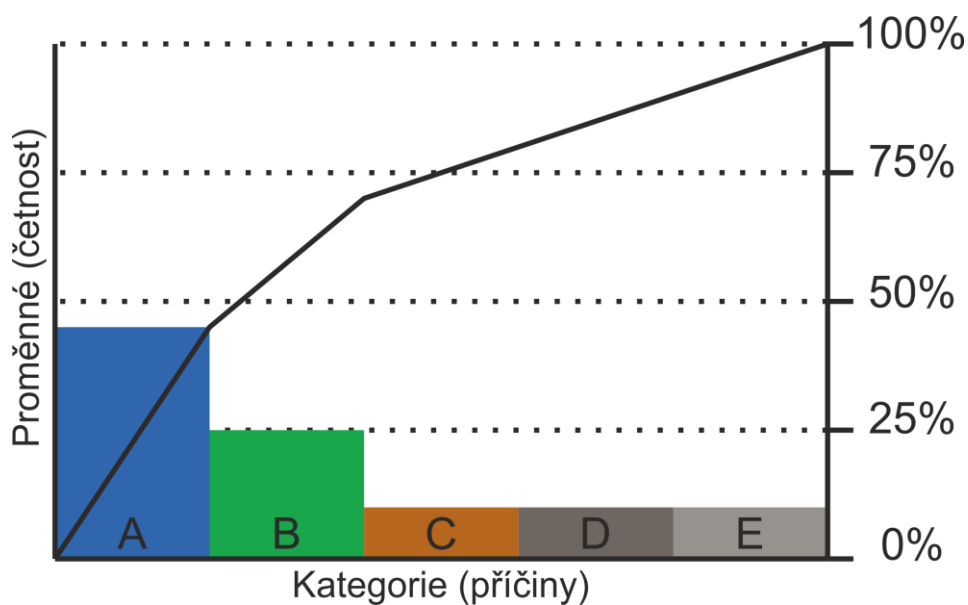
2.3 Paretovo pravidlo

Paretovo pravidlo vzniklo na základě pozorování italského ekonoma Vilfreda Pareta, který žil v 19. století. Na základě jeho poznatků lze říci, že 80% důsledků je způsobeno pouze 20% příčinami. To v důsledku znamená, že v případě snahy odstranit nějaký problém je důležité primárně se zaměřit na daných 20% klíčových příčin, které způsobují následek. Tento způsob přístupu šetří čas, ale i finance díky tomu, že se zaměřuje jen na podstatné příčiny. [3, 4, 7]

Například v oblasti vývoje softwaru lze toto pravidlo uplatnit na opravu nalezených „bugů“, kdy není vždy čas a rozpočet věnovat se všem opravám, ale je třeba rozhodnout, které jsou klíčové a mají přednost. K tomuto rozhodování lze taktéž využít Paretovo pravidlo. [3, 4, 7]

Při využití této metody je vhodné postupovat dle následujících kroků: [3, 4, 7]

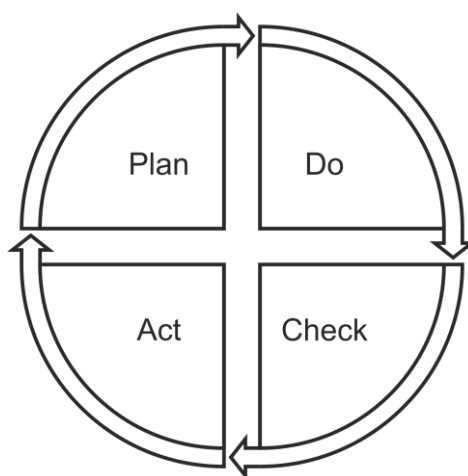
- Zformulovat daný problém za určité časové období.
- Vyhledat příčiny problému a přiřadit jim důležitost.
- Seřadit jednotlivé příčiny a přiřadit jim procentuální hodnotu.
- Zakreslit do Paretova diagramu.



Obr. 2.2 Paretův graf [4]

2.4 PDCA cyklus – Demingovo kolo

Demingovo kolo neboli cyklus PDCA je sled činností, které mají za účel zlepšovat a zdokonalovat výrobní procesy či výrobky samotné, viz obrázek *Obr 2.3*. Tento způsob zlepšování propagoval Dr W. Edwards Deming, který pocházel ze Spojených států a účastnil se obnovy průmyslu v Japonsku, který byl během Druhé světové války zdecimován. Japonské podniky velmi rychle přijaly tuto metodu zlepšování kvality, která jim pomohla dostat se na první příčky kvality výroby a technologií. [4, 8]



Obr. 2.3 Cyklus PDCA [9]

Samotná zkratka PDCA znamená:

- Plan - Plánuj
- Do - Udělej
- Check - Zkontroluj
- Action – Jednej

Prvním krokem cyklu PDCA je část „Plan“ neboli plánuj. Cílem této fáze je naplánovat určité změny, zlepšení či jiné inovace. Následujícím krokem „Do“, je okamžik vykonat naplánované činnosti či změny. Po provedení následuje velmi důležitý krok, během kterého je analyzován výsledek snažení, je kontrolován a hodnocen, označován jako „Check“. Poslední a nejdůležitější částí cyklu je „Action“, což v překladu znamená, jednej. V tento okamžik je třeba učinit nápravná opatření na základě předchozího kroku, během kterého byla provedena kontrola, která zamezí opakování chyby. [4, 9]

PDCA cyklus nemá konečné množství opakování, jedná se spíše o přístup k problémům se snahou neustálého zlepšování. Proto je důležité, aby byli pracovníci s touto filozofií ztotožnění a cyklus neprobíhal jen na podnět managementu společnosti, ale neustále a automaticky napříč společností. [4, 9]

2.5 SWOT analýza

SWOT analýza je vhodný nástroj pro získání přehledu z předchozích analýz. Cílem je vyplnit čtyři skupiny vlastností podniku či dané problematiky. Těmito skupinami jsou silné stránky (*strengths*), slabé stránky (*weaknesses*), příležitosti (*opportunities*) a hrozby (*threats*). Při vyplňování silných stránek je třeba hledat především konkurenční výhody, know-how či zdroje nebo schopnosti. V případě slabých stránek je vhodné se zaměřit na to, kde je konkurence napřed, což mohou být například výrobní technologie, kvalita a funkce výrobků. V odstavci příležitosti lze vypsát i aktuálně nedostačující věci, a to s ohledem na možnost zlepšení a získání konkurenční výhody. V poslední části je třeba nalézt hrozby s ohledem na budoucí vývoj a včas identifikovat rizika. [4]

2.6 Metoda 5S

Metoda 5S je původem z Japonska, kdy jejím účelem je zefektivnit práci na pracovišti a ušetřit tím čas i peníze při každodenní činnosti. Název metody je odvozen od pěti japonských slov (Seiri, Seiton, Seiso, Seketsu, Shitsuke), která začínají na „S“ a jejich význam je následující: [4, 9, 10]

1. Seiri – Rozděl (Prvním krokem je rozřídění věcí na pracovišti na potřebné a nepotřebné, ať už se jedná o pracovní nástroje, materiál či další pomůcky.)
2. Seiton – Uspořádej (Druhým krokem je uspořádání či reorganizace potřebných věcí na základě prováděných činností. To znamená, že nejčastěji využívané přístroje by měly být snadno dostupné a na svém místě. Takto uspořádané pracoviště je vhodné označit štítky či tabulemi, které značí kam co patří.)
3. Seiso – Uklízej (Třetím bodem se rozumí dodržování stanoveného pořádku a uklízení věcí na své určené místo.)
4. Seiketsu – Standardizuj (Čtvrtý bod znamená standardizaci, kdy pracovníci zodpovídají za dodržování pořádku a organizaci.)
5. Shitsuke – Dodržuj (Pátý bod znamená dodržování a disciplínu, kdy je třeba kontrolovat zaměstnance a vést je k vhodným pracovním návykům.)

2.7 Poka-yoke

Poka-yoke, neboli chybu vzdorný je metoda, která má pomoci zejména při výrobě minimalizovat počet chyb vzniklých lidskou nepozorností či chybou. Často se jedná o různé pracovní pomůcky či přípravky, které usnadňují práci. Dobrým příkladem z běžného života je například USB konektor na počítači, který je vyroben tak, aby šel zasunout jen jedním a to správným způsobem a aby nedošlo k záměně s jiným konektorem a chybnému propojení. V oblasti testování kontrolérů lze například využít odlišné konektory pro komunikaci po sběrnici CAN a pro napájení, aby nemohlo dojít k záměně a připojení komunikace na napájecí zdroj. Dalším použitím může být přesné zadání jaký SW je potřeba použít pro testování a připojit link k zadání. Tím se lze vyvarovat například situacím, kdy se testuje na správném zařízení, ale je nahrána neaktuální verze softwaru. [3, 4, 9]

2.8 Just in Time

Metoda Just in Time, zkráceně JIT, je taktéž zaměřena především na oblast výroby, kde její hlavní myšlenka se nechá aplikovat i na vývoj a testování nových zařízení. Podstatou je zamezení plýtvání časem a penězi, „Just in Time“ znamená v překladu „právě včas“ a snahou je zamezit zbytečným skladovým zásobám a operacím s nimi. Ve výrobním podniku to znamená, že zásoby potřebné pro výrobu jsou omezené jen na několik dnů a průběžně doplňovány. Stejně tak produkce výrobního závodu může být řízena poptávkou a v tomto případě je vyráběno jen potřebné množství výrobků s minimem skladových zásob. Zásoby totiž znamenají investice do materiálu, do prostorů pro uskladnění a v případě hotových výrobků hrozí ztráta jejich ceny pokud nejsou prodány, zastarávají, zvláště v případě spotřební elektroniky. V případě testování je taktéž potřeba objednávat HW, který je využíván pro konkrétní testy a jeho množství se nechá omezit nebo lze například zapůjčit ze skladu nebo jiného oddělení. Tím se taktéž minimalizují náklady. Dalším bodem je samotný vývoj SW, který je často vydán k testování dříve, než jsou volné kapacity testovacího oddělení a tím pádem mohl místo vývoje daného SW, který nemůže být v danou chvíli otestován upřednostněn jiný projekt. [9, 11]

3 Případová studie

Pro případovou studii byl vybrán podnik ComAp a.s., kde pracuji na pozici testera v CU Test oddělení, které je zaměřeno na funkční testování řídicích jednotek pro diesel generátory. Cílem práce je analyzovat současný stav procesů testování v tomto oddělení a navrhnout změny, které by vedly ke zlepšení procesů a chodu oddělení.

3.1 Představení společnosti

Společnost ComAp a.s. je český podnik založený v roce 1991 jako ComAp s.r.o., který působí v oblasti vývoje elektrotechniky a řídicích systémů. Mezi první produkty krom kontrolérů se řadí zařízení pro hlášení zvukových stop v pražském metru. Aktuálně se zaměřuje na vývoj řídicích systému pro diesel generátory, lodní motory, úpravy spalovacích motorů na bi-fuel motory – to znamená, že dieselové motory umožňují spalování směsi plynu a nafty což vede k ekonomičtějšímu provozu. Řídicí systémy pro správu využívání obnovitelných zdrojů elektrické energie v kombinaci s rozvodnou sítí či záložním generátorem. [12, 13]

Hlavní sídlo společnosti je v Praze v Holešovicích, kde sídlí od léta 2016 v nové moderní budově. V této budově se nacházejí nejdůležitější oddělení společnosti, jako jsou vedení, ekonomické oddělení, ale hlavně R&D oddělení atd. Dále můžeme nalézt mnoho dalších poboček ComApu napříč celým světem, které jsou zaměřené převážně na marketing a technickou podporu v daných regionech. Konkrétně se jedná o země: Německo, Itálie, Rusko, USA, Austrálie, Spojené Arabské Emiráty, Malajsie a Čína. Jak jsem již zmínil, samotný vývoj produktů probíhá pouze v České Republice a následná výroba a montáž zařízení taktéž. [12, 13]

3.1.1 Produkty

Produkty společnosti ComAp jsou zaměřeny převážně na řídicí systémy v oblasti energetiky, přesněji na řízení diesel generátorů, které mohou sloužit jako záložní zdroje v případě výpadku sítě. Nebo také jako hlavní zdroj energie v odlehlých oblastech, například pro napájení BTS antén, nebo jako zdroj energie pro kulturní akce či stavby v odlehlých místech. Další velkou kategorií produktů jsou Bi-fuel kontroléry, které umožňují přestavbu klasických průmyslových spalovacích motorů na spalování směsi

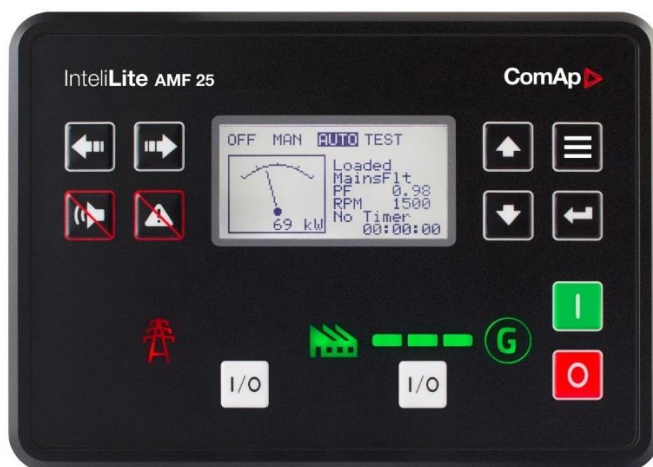
nafty či benzínu a plynu. Hlavní kategorie produktů a jejich typické využití je uvedeno v následujícím přehledu. [12, 13]

Gen-set controllers

Gen set controllers je asi největší kategorie produktů, která se zaměřuje na řízení diesel generátorů ať už v ostrovním režimu jednoho generátoru, skupiny více generátorů anebo paralelně se sítí. Konkrétní produkty spadající do této kategorie jsou: [12, 13, 14]

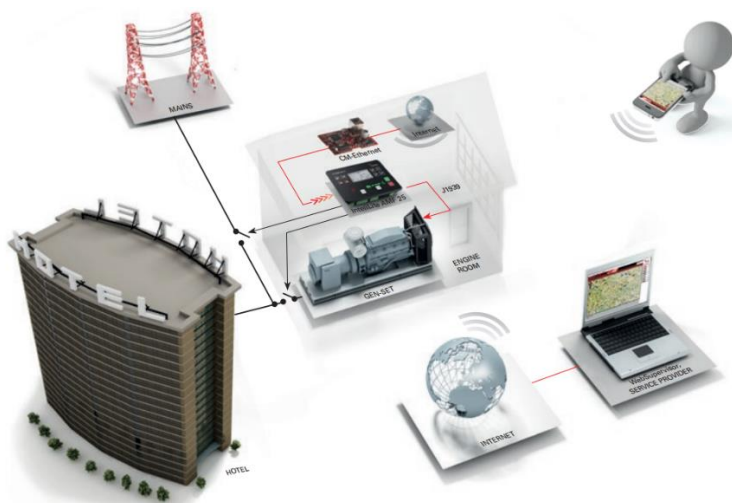
- InteliNanoNT,
- InteliLite,
- InteliCompact NT,
- MainsCompact NT,
- InteliGen NT,
- InteliMains NT,
- InteliSys.

Jedním z konkrétních produktů je například kontrolér InteliLite AMF 25, který je vyobrazen na obrázku *Obr. 3.1*. Jako většina kontrolérů má na sobě ovládací panel, který obsahuje displej a tlačítka, díky nimž je možné zařízení ovládat přímo bez využití dalšího příslušenství nebo softwaru na PC. Na zadní straně kontroléru jsou svorky, které slouží pro připojení kontroléru a sloty pro rozšiřující moduly, například pro připojení do sítě pomocí modulu CM-Ethernet. [12, 13, 14]



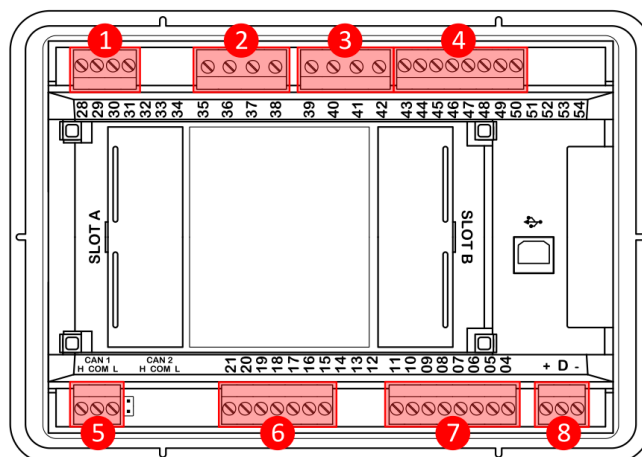
Obr. 3.1 InteliLite AMF 25 [19]

Typické použití tohoto kontroléru je na obrázku *Obr. 3.2*, kde generátor má funkci takzvaného back-up zdroje pro případ výpadku sítě. Díky kontroléru InteliLite AMF 25 je možné zátěž, v tomto případě hotel, napájet pouze ze sítě, ze záložního generátoru anebo kombinace obou, kdy chod generátoru je synchronizován se sítí a je možný paralelní provoz. Na této ilustraci je zároveň použit komunikační modul CM-Ethernet, který umožňuje připojení kontroléru do počítačové sítě a k dispozici je vzdálené ovládání, monitoring přes PC aplikaci či aplikaci pro mobilní zařízení s operačním systémem Android a iOS. [12, 13, 14]



Obr. 3.2 Typické použití kontroléru [21]

Zadní strana kontroléru je vybavena svorkami pro připojení a také dvěma sloty pro přídavné moduly. Pohled na zadní stranu kontroléru a označení svorek je vyobrazeno na *Obr. 3.3*. Kompatibilní rozšiřující moduly jsou čtyři a umožňují rozšíření: [14]

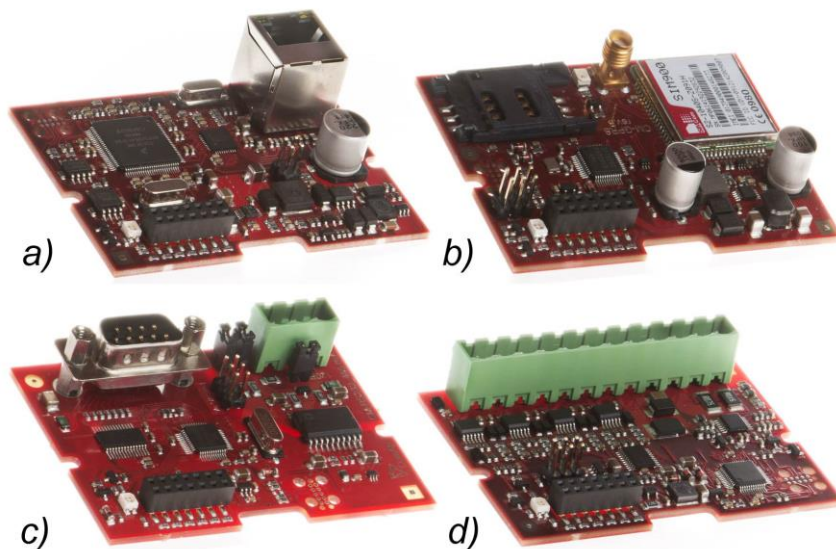


Obr. 3.3 Zadní strana kontroléru a označení svorek [12]

Tab. 3.1 Přehled svorek na kontroléru InteliLite AMF 25

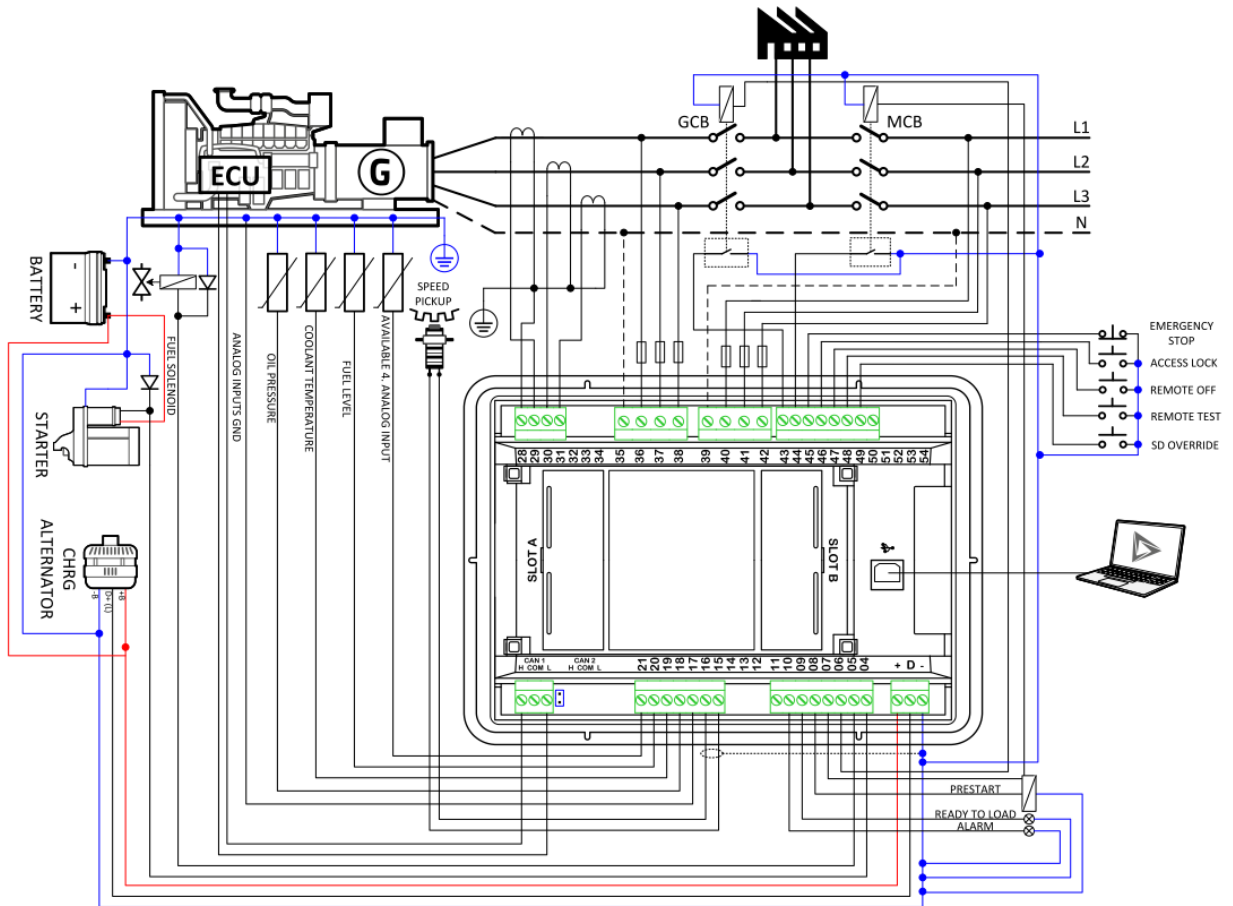
Svorkovnice	Svorka	Funkce
1	28-31	Current inputs
2	35-38	Generator voltage inputs
3	39-42	Mains voltage inputs
4	43-50	Binary inputs
5	H, COM, L	CAN bus and RS485
6	15-21	Analog inputs
7	04-11	Binary outputs
8	“+”, D, “-“	Power supply
9		USB

- CM-Ethernet, viz *Obr. 3.4* je modul, který umožňuje síťové připojení kontroléru pomocí standardního konektoru RJ45. Díky tomuto rozšíření je možné kontrolér vzdáleně ovládat z jakéhokoliv PC, které je v lokální síti anebo přes internetovou službu AirGate, kterou provozuje společnost ComAp. [12, 14]
- CM-GPRS, viz *Obr. 3.4* je modul, který umožňuje ovládání pomocí SMS zpráv, stejně tak informuje o stavu kontroléru a síťě pomocí SMS zpráv. Dále je možné kontrolér vzdáleně ovládat díky GPRS připojení, které je dostačující pro ovládání a monitoring zařízení. [12, 14]
- CM-RS232-485, viz *Obr. 3.4* je modul, který umožňuje připojení kontroléru k PC pomocí sériového rozhraní RS232. Samotný kontrolér InteliLite AMF 25 je standardně vybaven USB rozhraním. Tento rozšiřující modul má hlavní využití v případě, že pomocí USB portu kontrolér ovládáme aplikací LiteEdit 2015 a současně pomocí rozhraní RS232 využíváme například program WinScope, což je „virtuální“ osciloskop pro sledování a měření průběhů vstupních a výstupních signálů kontroléru (binárních i analogových). [12, 14]
- EM-BIO8-EFCP, viz *Obr. 3.4* je modul, který rozšiřuje počet binárních vstupů a výstupů kontroléru. Tyto binární vstupy/výstupy lze následně využít například v PLC editoru a přiřadit jim určitou funkci. Dále lze tento modul využít pro měření proudu, kdy jeden vstup má rozsah 1 A a druhý 5 A. [12, 14]

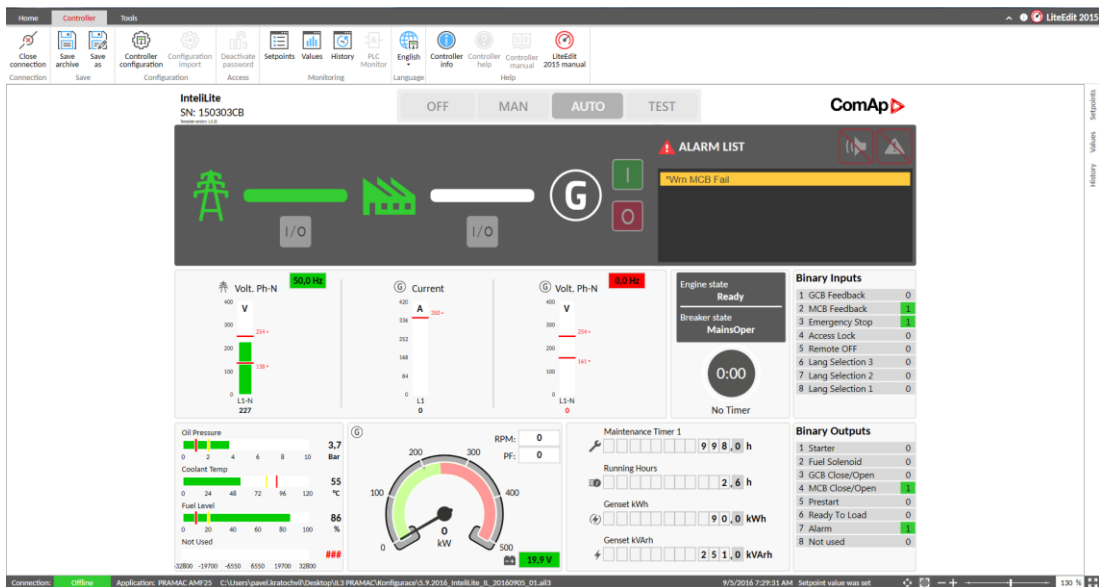


Obr. 3.4 Přídavné moduly a) CM-Ethernet, b) CM-GPRS, c) CM-232-485, d) EM-BIO8 [13]

Schéma zapojení kontroléru InteliLite AMF 25 je na obrázku *Obr. 3.5*. Označení ECU na obrázku diesel generátoru znamená „electronic control unit“ a moderní spalovací motory případně gen-setsy jsou již dodávány s touto řídicí jednotkou. Ta se následovně propojuje pomocí sběrnice CAN s kontrolérem a díky této komunikaci lze řídit chod spalovacího motoru podle potřeby a získávat další data o stavu motoru. Zároveň je na obrázku vyznačeno propojení pomocí USB rozhraní s počítačem. Samotné PC není nutné pro funkci kontroléru, ale umožňuje pohodlnou konfiguraci a přehledný monitoring zařízení. Print screen z této aplikace (LiteEdit 2015) je uvedena na obrázku *Obr. 3.6*. [12, 13, 14]



Obr. 3.5 Schématické zapojení kontroléru IntelLite AMF 25 (převzato z [13])



Obr. 3.6 Aplikace LiteEdit 2015

Generator controllers

Generator controllers jsou kontroléry určené na ochranu a řízení samostatného gen-setu nebo více gen-setů, které jsou navzájem synchronizované a běží ve skupině. Hlavní funkcí kontroléru je řídit a chránit generátor s ohledem na spalovací motor. Tyto kontroléry se vyrábějí v klasickém provedení, kdy gen-set je umístěn na pevnině, ale také ve verzi Marine, kdy jsou certifikované pro provoz na mořských plavidlech. Do této produktové řady patří následující kontroléry: [12, 13, 14]

- IntelliGen GeCon,
- IntelliGen NT BaseBox GeCon,
- IntelliGen NTC BaseBox GeCon,
- IntelliSys NT BaseBox GeCon,
- IntelliSys NTC BaseBox GeCon,
- IntelliGen NT Marine GeCon,
- IntelliSys NT BaseBox Marine GeCon.

ATS controllers

ATS kontrolér neboli Automatic Transfer Switch, je zařízení určené k monitorování napájecí sítě a vyhodnocování přepětí nebo naopak nízkou hodnotu napětí, dále frekvenci, rozdílné hodnoty napětí na jednotlivých fázích. Tímto je možné předcházet poškození provozovaného zařízení a také detekovat poruchy sítě. Produkty této kategorie jsou: [12, 13, 14]

- IntelliATS NT STD,
- IntelliATS NT PWR.

Mains protections

Zařízení typu Mains protections mají za úkol zajištění přijatelných parametrů sítě jako je napětí a frekvence. Nasazení těchto zařízení je vhodné pro kombinaci několika zdrojů energie jako například hlavní rozvodné sítě, záložního zdroje v podobě gen-setu a ještě obnovitelného zdroje v podobě solárních panelů či větrné elektrárny. Produkty této kategorie jsou: [12, 13, 14]

- InteliPro,
- InteliPro SYNC,
- MainsPro LITE,
- MainsPro.

Engine controllers

Přístroje ze skupiny Engine controllers, slouží primárně k řízení diesellových motorů, které mohou být nasazeny v různých aplikacích jako například pohony pro pumpy, kompresory, drtiče a třídiče, ale také lodní motory. Díky těmto kontrolérům je možné měřit a zaznamenávat různé veličiny do historie, využít binární vstupy a výstupy pro řízení dalšího příslušenství. Taktéž je možné využít PLC editor, který je součástí kontroléru a snadno vytvořit funkce pro danou aplikaci. Produkty této kategorie jsou: [12, 13, 14]

- InteliDrive Nano,
- InteliDrive Nano WP,
- InteliDrive IPU,
- InteliDrive IPC,
- InteliDrive Telecom,
- InteliDrive Lite,
- InteliDrive Lite EM,
- InteliDrive Lite FPC,
- InteliDrive® CCU,
- InteliDrive® DCU Industrial,
- InteliDrive DCU Marine,
- InteliDrive Mobile Logger.

Bi-fuel products

Bi-fuel products jsou určeny k přestavbě velkých průmyslových spalovacích motorů na spalování směsi běžného paliva jako je benzín či nafta a plynu za účelem úspory provozních nákladů. Přestavby se většinou týkají již provozovaných gen-setů, kde je cílem zefektivnit jejich provoz. Dalším benefitem jsou nižší emise těchto spalovacích motorů a prodloužení životnosti díky dalšímu monitoringu provozního stavu a včasného odhalení poruchy. Produkty této kategorie jsou: [12, 13, 14]

- InteliBifuel LITE,
- InteliBifuel,
- InteliBifuel MOBILE,
- InteliBifuel 20,
- InteliBifuel 2,
- Gas Train.

Accessories

Příslušenství ke kontrolérům je rozděleno do následujících skupin podle funkce a využití: [12, 13, 14]

- Extension modules
 - Rozšiřující moduly primárně slouží k rozšíření počtu analogových, binárních vstupů a výstupů kontroléru. Tyto vstupy a výstupy je dále možné konfigurovat v PLC editoru nebo jim přiřadit funkce různých ochran.
- Communication modules
 - Komunikační moduly slouží k rozšíření kontrolérů o další způsoby komunikace. Většina kontrolérů je standardně vybavena USB nebo RS232 rozhraním pro připojení k PC a dále CAN rozhraním pro komunikaci s rozšiřujícími moduly či dalším příslušenstvím jako jsou displeje nebo například ECU.

- ECU Communication modules
 - Většina výrobců motorů využívají ECU, dle standardů SAE J1939 a kontroléry umí přímo komunikovat s těmito ECU přes sběrnici CAN. Pro některé speciální případy je potřeba použít přídatný modul, který zprostředkuje komunikaci mezi danou ECU a kontrolérem.
- Remote displays
 - Displeje se připojují pomocí CAN rozhraní a umožňují taktéž ovládání kontrolérů. Displej může být připojen taktéž ke kontroléru, který již je displejem vybaven. V tomto případě je výhoda v tom, že je možné využít větší uhlopříčku, přizpůsobit zobrazovaná data nebo například kontrolér ovládat ze vzdáleného místa, kterým může být řídicí pult a samotný kontrolér je instalován na kontejneru obsahující gen-set.
- Simulators
 - Simulátory jsou využívány zejména pro testování, předvádění produktů, na výstavách, školení zákazníků a operátorů, kteří daná zařízení obsluhují. Simulátor obsahuje daný kontrolér a další pomocné obvody, které simulují například chod dieselového motoru. Celá tato sestava je umístěna v přenosném boxu.
- Additional modules
 - Další přídatné moduly například obsahují převodní transformátor, který přizpůsobuje měřené napětí rozsahu kontroléru, nebo například oddělovací transformátor. Jiným příkladem přídatných modulů jsou například sady relé, které se využívají v kombinaci s binárními vstupy a výstupy kontroléru.
- Dongles
 - Dongle je hardwarový klíč, který odemká rozšiřující funkce kontroléru, které jsou za příplatek a nelze je využívat pouhým přehráním firmwaru nebo jinou softwarovou úpravou ze strany zákazníka.
- Other items
 - Mezi ostatní příslušenství patří kabely, redukce či konektory potřebné pro připojení kontrolérů, taktéž úchyt kontroléru, například do dveří rozvaděče.

PC Tools

Softwarové nástroje pro monitoring a ovládání kontrolérů jsou pro zákazníky zdarma dostupné. Tyto aplikace jsou vyvíjeny pro operační systém Windows a mají několik obchodních názvů, podle toho, pro jakou řadu kontrolérů jsou určeny. Například program LiteEdit 2015 je pro výše uvedený kontrolér InteliLite AMF 25. Další z nástrojů je například InteliMonitor, který se používá pro řady kontrolérů typu InteliGen nebo IteliSys. Trochu specifickým nástrojem je program WinScope, který funguje jako virtuální osciloskop pro sledování a záznam analogových a binárních veličin zpracovávaných kontrolérem. Dále je celá řada pouze interních PC aplikací, které se využívají pro testování a vývoj, ale nejsou distribuovány pro zákazníky. [12, 13, 14]

Battery chargers

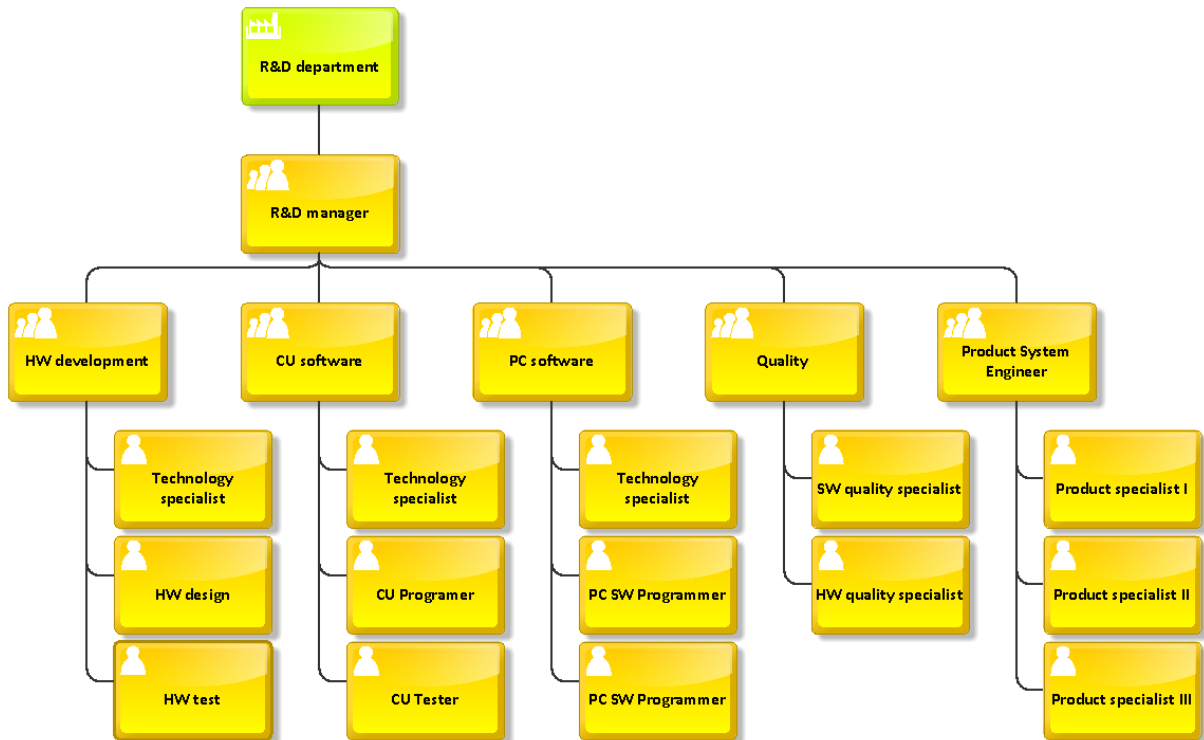
Nabíječky baterií z produkce ComApu jsou určeny pro průmyslové nasazení a podle toho konstrukčně dimenzovány. Lze je využít jako doplněk pro sestavu gen-setu, kdy ComAp dodává řídicí systém a nabíječka má zde například využití pro nabíjení akumulátoru sloužícího pro startér gen-setu nebo nabíjení záložních akumulátorů, které slouží pro pokrytí výpadku mezi poruchou sítě a startem generátoru. [12, 13, 14]

Electronic potentiometers

Elektronický potenciometr je řízený procesorem a má binární vstup, pomocí kterého se nechá řídit jeho hodnota odporu. Hodnota je zobrazena na čelním panelu pomocí LCD displeje nebo pomocí bar grafu v závislosti na konkrétním typu zařízení. [12, 13, 14]

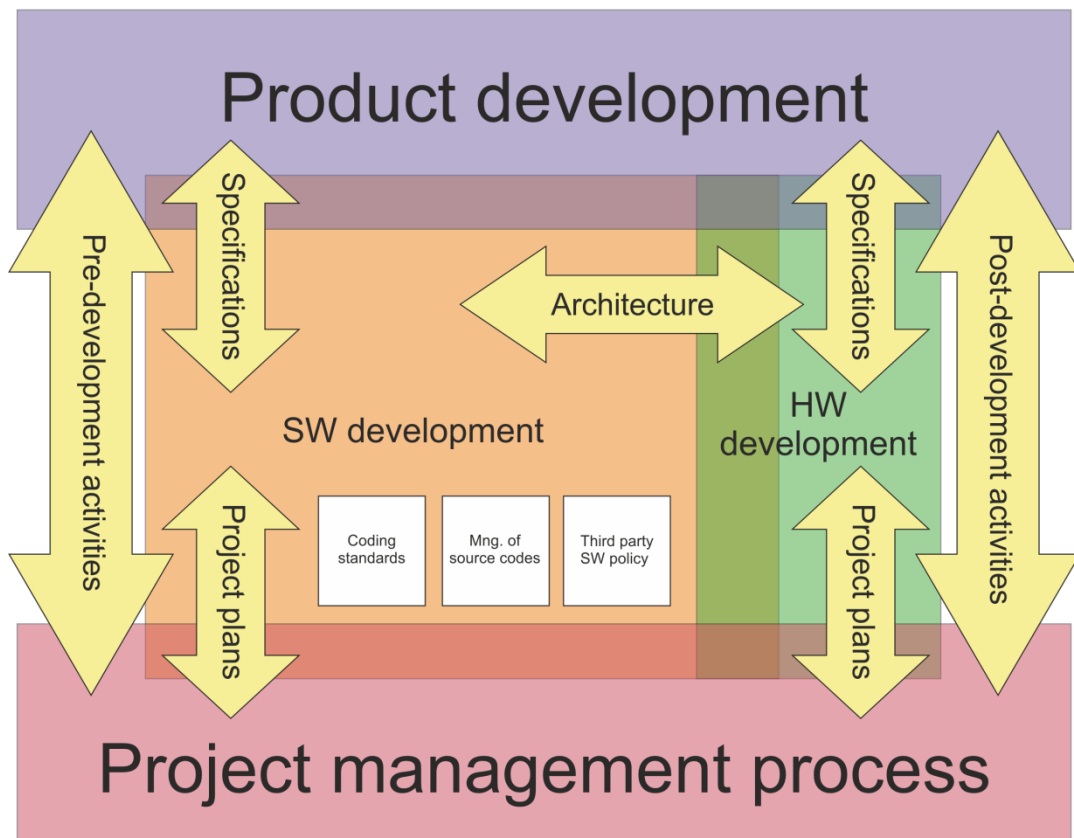
3.1.2 R&D oddělení

R&D oddělení, neboli vývojové, je jedním z nejdůležitějších ve společnosti ComAp, která se i tak prezentuje, tj. jako technologická firma zaměřená na technologie a vývoj. Toto oddělení je umístěné v centrální budově ComApu, tedy v Praze. Takže veškerý vývoj zařízení probíhá v České Republice. Jeho zjednodušená organizační struktura je naznačena na obrázku *Obr. 3.7*.



Obr. 3.7 Organizační struktura R&D oddělení

Velmi zjednodušeně by se dalo říci, že R&D oddělení lze rozdělit do dvou základních částí. Jednou je vývoj hardwaru a druhou vývoj softwaru. Samozřejmě jak vývoj HW, tak vývoj SW je navzájem propojen a koordinován, jak je naznačeno na obrázku *Obr. 3.8*. [12, 13, 15]



Obr. 3.8 Vývoj produktu [15]

Vývoj SW v rámci společnosti ComAp je rozdělen na dvě další oddělení, a to vývoj SW v podobě PC aplikací, které jsou určeny pro monitorování a ovládání kontrolérů přes počítač a druhé oddělení, které se zabývá vývojem softwaru pro samotné kontroléry, takzvaným firmware. Samozřejmě i samotné oddělení, které se zabývá vývojem FW, lze dále členit na další týmy podle zaměření. Například na nejnižší vrstvu, kde se zabývají řešením fyzikálních jevů a výpočtů, na komunikace a tak dále. [12, 13, 15]

Z celkového pohledu na vývoj nového zařízení je prvním impulsem očekávaná poptávka po novém produktu a specifikace technických vlastností daného produktu. Na základě těchto specifikací probíhá vývoj nového hardwaru nebo modifikace stávajícího hardwaru, pokud se jedná pouze o modernizaci stávajícího produktu. Po vytvoření nového HW, to znamená navržení a osazení desky plošného spoje, která prošla HW testy, je uvolněna pro vývoj SW pro nový kontrolér a funkční testování. Důležité je, že veškerá funkčnost kontrolérů je testována v CU Test oddělení. A to nejen v případě vývoje, ale i updatu firmwaru pro stávající řadu kontrolérů. [12, 13, 15]

3.1.3 CU Test oddělení

CU Test oddělení spadá pod vývoj SW pro kontroléry tedy firmwaru. Úkolem tohoto oddělení je testovat dílčí funkce kontroléru s ohledem na vývoj FW, ale i jeho celkovou funkčnost před jeho uveřejněním pro zákazníky. To znamená, že po každém zásahu do zdrojového kódu kontroléru je nutné jej otestovat a odhalit případné chyby, které by mohly způsobit škodu či poškodit pověst společnosti. Testovací tým se skládá z 8 členů a jednoho vedoucího pracovníka, team leadera.

Účelem testování, je včasné odhalení případných chyb před zveřejněním produktu. To znamená, že je nutné co nejlépe simulovat veškeré provozní stavy, které mohou nastat a kontrolovat chování zařízení, jestli odpovídá specifikované funkčnosti. Pokud je nalezen chybový stav, je nutné jej evidovat a předat dál ke zpracování, kdy je rozhodnuto, jestli se opravdu jedná o chybu či nikoliv a je dán podnět k opravě chyby.

Jak je zmíněno v kapitole Produkty, každý kontrolér má svorky pro připojení binárních vstupů a výstupů, analogových vstupů a výstupů, komunikačního rozhraní s dalším kontrolérem, příslušenství či PC, svorky pro připojení napájecí sítě a záložního generátoru. Pro veškeré vstupy a výstupy či komunikační porty jsou používány přípravky, které simulují provozní stavy. Jedním ze základního vybavení každého testera je takzvaný „vrtulník“, což je zařízení, které lze připojit k PC pomocí rozhraní RS-232 a simulovat tří fázovou síť na straně rozvodné sítě a také tří fázovou síť na straně záložního generátoru, který je řízen kontrolérem. Je možné měnit parametry jako je: frekvence, amplituda napětí, fázový posuv napětí a proudu, ale také fázový posuv mezi hlavní sítí a záložním generátorem. Dále toto zařízení umožňuje ovládat binární vstupy a číst binární výstupy kontroléru, stejně tak analogové. Jednou z největších výhod tohoto nástroje je, že je možné využívat testovací skripty, což jsou „programy“, které se používají pro automatické testování. To znamená, že na základě testovacího programu můžeme otestovat mnohem větší množství kombinací, než je schopen udělat člověk ručně. Samozřejmě i „ruční“ ovládání je možné a také využíváno. Další zajímavou možností je využití aplikace WinScope, což je program s funkcí osciloskopu, který zaznamenává průběhy jak analogových, tak binárních veličin v čase.

Dalším důležitým vybavením oddělení je SW Testovna, což je místnost vybavená klimatizací, počítači a přístroji, které umožňují provádět dlouhodobé automatizované testy v řádu dnů až týdnů. Výhodou je, že do místnosti je omezený přístup, a tak nehrozí, že by někdo nevědomě přerušil probíhající test například odpojením nějakého HW z testovací sestavy.

Stejně tak jako dlouhodobé simulace je nutné otestovat skutečný provoz. Pro tyto účely je vybudováno Training centrum, které jednak plní funkci jako školící centrum pro zákazníky společnosti ComAp a zároveň umožňuje zkoušky na skutečných diesel generátorech. Training centrum se skládá ze zasedací místnosti sloužící pro teoretickou část školení, dále z místnosti obsahující rozvaděče připojené ke skutečným diesel generátorům a motorárny, kde jsou umístěny samotné diesel generátory. Pokud je potřeba otestovat daný kontrolér, stačí využít místnost s rozvaděči a daný kontrolér připojit do systému pomocí připravených redukcí a následně je možné testování provádět z této místnosti a není nutné během testu stát u samotného diesel generátoru, který je poměrně hlučný.

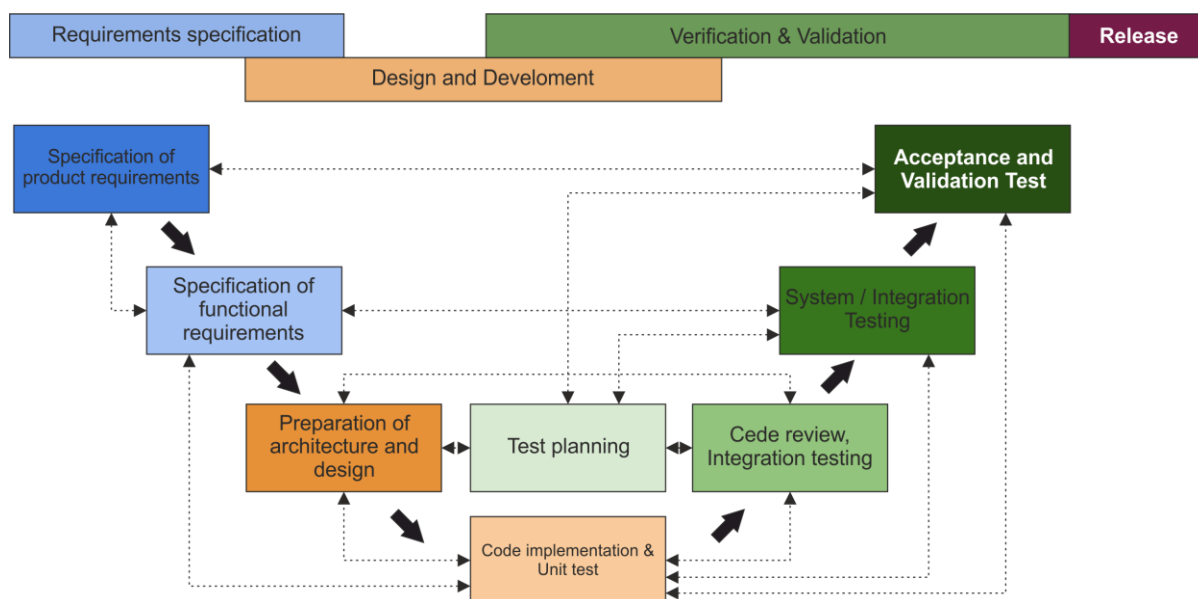
Mezi další využívané vybavení pro testování patří regulovatelné stejnosměrné napájecí zdroje, multimetry, odporové dekády, generátor signálu, osciloskop, převodníky USB-RS232, USB-RS485, USB-CAN, ruční nářadí pro montáž jako jsou šroubováky, štípačky, kleště, lisovací kleště a tak dále. Část tohoto vybavení je osobně přidělená každému testerovi a část je sdílená celým týmem, především v případě dražších či méně často využívaných přístrojů.

Testovací oddělení CU Test je umístěno v open-space kanceláři vedle PC Test oddělení, které má na starost testovat software pro PC, tedy aplikace sloužící k ovládní a monitorování kontrolérů. Tento open-space prostor je umístěn vedle další open-space kanceláře, kde pracují programátoři na vývoji FW a proto je velmi snadné konzultovat nalezené chyby či nesrovnalosti ve funkci. Z toho vyplývá, že pracovníci oddělení CU Test jsou nejčastěji v kontaktu s programátory, kteří daný software programují, dále s pracovníky z oddělení PC Test, aby snadno rozhodli, zda nalezená chyba je způsobena chybou firmwaru v kontroléru či způsobena PC aplikací pro ovládní a monitoring. Další důležitou osobou je produktový specialista, který má na starost vývoj produktu, stejně tak jako technické specifikace a koordinaci vývoje.

3.1.4 Testování

Je důležité zmínit, že v případě CU Test oddělení se jedná převážně o takzvané „Black box“ testování, což znamená, že směrodatná je funkčnost zařízení, ale tester již neřeší způsob provedení funkce. V případě kontrolérů společnosti ComAp se jedná například o vyhodnocení výpadku hlavní napájecí sítě, kdy tester simuluje situace, jako jsou pokles napětí, výpadek jedné fáze, či například změna frekvence a zjišťuje odezvu kontroléru, jestli odpovídá funkční specifikaci, ale již se nezabývá například způsobem vyhodnocování výpadku. Pro testera je směrodatné, zda daná reakce byla správná či nikoliv. To jestli daný kód mohl být napsán efektivněji či přehledněji už není pro toto oddělení podstatné. Během testování je možné nahlédnout do kódu, ale není to předmětem „Black box“ testování pro, které je směrodatná funkce zařízení. [12, 13, 15]

Testování je jedním z kroků takzvaného V-diagramu, podle kterého se řídí vývojové oddělení. Jak je možno vidět na obrázku *Obr. 3.9*, testování je nedílnou součástí procesu vývoje.



Obr. 3.9 V-diagram [15]

Důvodem testování je v první řadě minimalizace nákladů spojených s chybami zařízení. Cílem je nalézt co nejvíce nedostatků, ideálně všechny, již během vývoje, kdy jsou náklady na opravu nejnižší a zároveň nedojde k poškození pověsti společnosti tím, že by vydala vadné zařízení, které by potencionálně nemuselo fungovat nebo mohlo způsobit další škody. Vzhledem k tomu, že typickým použitím diesel generátorů je záloha napájení

důležitých objektů a zařízení během výpadku sítě neboť jsou jediným zdrojem energie v odlehlých oblastech, je téměř nepřipustné, aby osahovaly chyby a způsobily další potíže.

Pro snadnou organizaci spolupráce na projektech mezi programátory, testery a produktovými specialisty využívá společnost ComAp informační systémy od společnosti Atlassian, která je autorem systémů jako je JIRA, Confluence, Bitbucket či Bamboo. Například JIRA je nástroj pro společnosti, které vyvíjejí software a na vývoji se podílejí desítky až tisíce lidí. Díky tomuto nástroji, lze projekt přehledně rozdělit na dílčí části, sledovat jejich implementaci, evidovat čas strávený na projektu, přidělovat práci jednotlivcům či týmům. Tento nástroj využívá i CU Test oddělení pro evidování testů a nalezených chyb. Dalším důležitým nástrojem je Confluence, taktéž od společnosti Atlassian. Confluence funguje jako redakční systém pro tvorbu webového obsahu. Snadno se v něm vytvoří poznámky ze schůzek, dokumentace o funkcích testovaných zařízení, články pro znalostní bázi. Obsah jednotlivých stránek se nechá velmi snadno párovat například s body zadání testu v systému JIRA.

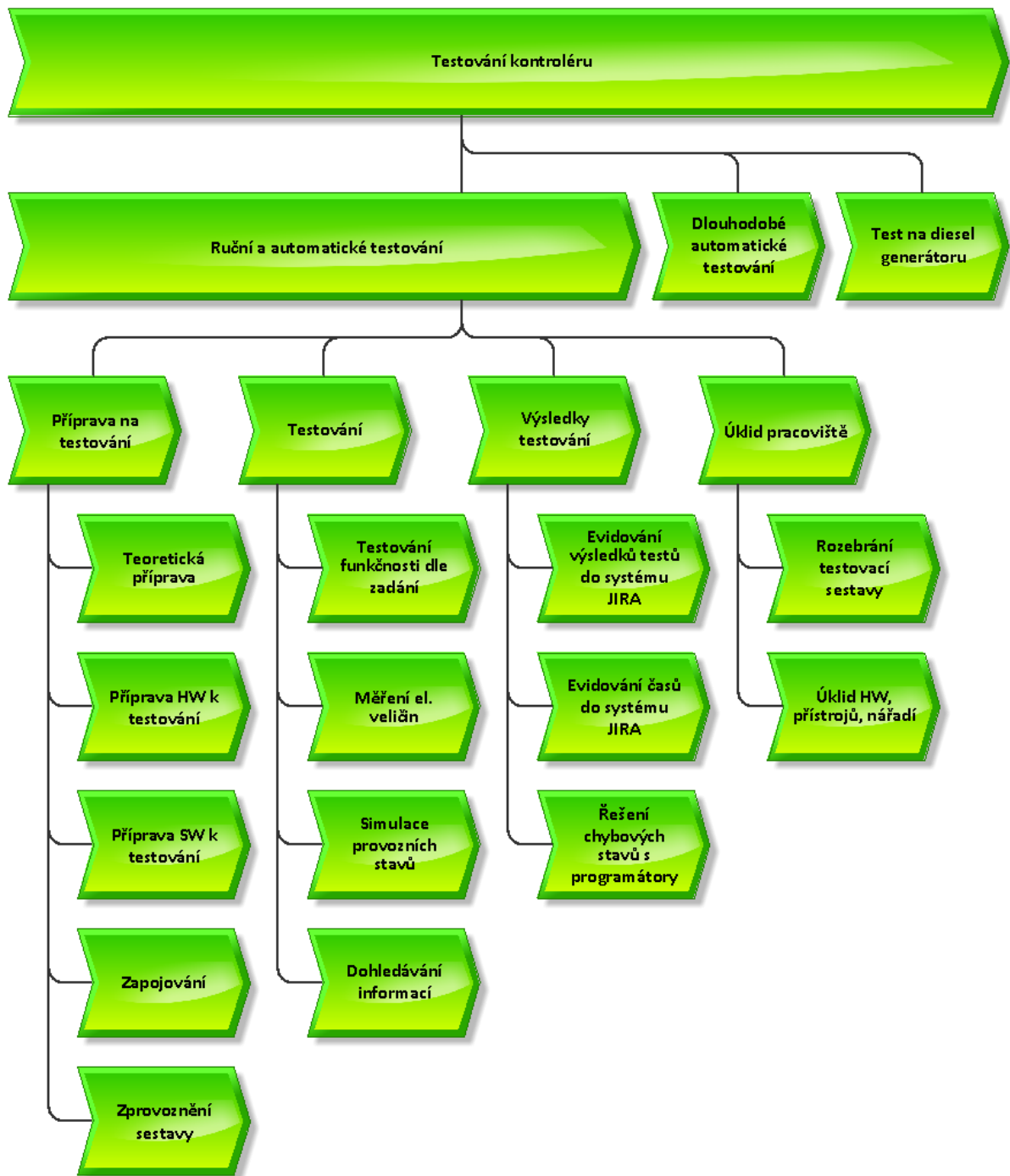
Samotný test kontroléru probíhá následujícím způsobem. Upravený firmware je zveřejněn pro testování a záznamy o změnách nebo nových funkcích jsou evidovány v systému JIRA. Zde jsou uvedeny i další podstatné informace, jako například, které změny byly v dané verzi firmwaru provedeny, na jakém hardwaru se má testovat. Je zde přehled dalších pracovníků podílejících se na projektu, na které je možné se obrátit. Na základě provedených změn v softwaru jsou navrženy testovací scénáře, které vedou ke správnému otestování funkčností a nalezení případných chyb. Tyto takzvané „test case“ jsou opět rozděleny do dílčích úkolů a přiřazovány jednotlivým testerům, kteří následně pracují podle zadání. Testování každého dílčího kroku musí být jednoznačně dokončeno jako „Test OK“ nebo „Test Fail“ v případě nalezených nesrovnalostí. Veškeré neúspěšné testy jsou předány k posouzení a v případě skutečné chyby předány k opravě. Cílem testera je odhalit případnou chybu a co nejlépe popsat podmínky jejího výskytu, aby bylo možné ji reprodukovat. K tomu je potřeba uvést typ hardwaru, na kterém probíhá test, verzi firmwaru, verzi PC aplikací, použité přístroje a konfiguraci zařízení či postup. Teprve takto popsaná chyba je přínosem pro vývojové oddělení. Nejhorším případem je nahodilý výskyt chyby bez odhalení příčiny a podmínek vzniku nebo neodhalení chyby vůbec.

3.2 Analýza současného stavu a definice problémů

Analýza současného stavu je zaměřena zejména na proces testování kontroléru v CU Test oddělení. Pro zmapování procesů byl použit program Aris Express, který umožňuje snadnou vizualizaci. Další část analýzy je zaměřena na chod celého oddělení a spokojenost pracovníků, kdy byl použit dotazník, který je uveden v příloze. V poslední části analýzy současného stavu je vypracována stručná SWOT analýza a Ishikawův diagram.

3.2.1 Analýza současného stavu procesu testování kontroléru

Ve společnosti ComAp jsou velmi precizně nastaveny procesy, které definují spolupráci mezi odděleními a vývoj nového produktu. V rámci oddělení CU Test se v současné chvíli upravují například postupy a způsoby reportování nalezených chyb do systému JIRA a taktéž strávený čas testováním dané funkčnosti na konkrétním projektu pro lepší sledování rozpočtu celého vývojového oddělení. Samotná analýza se věnuje současnému stavu procesu pro testování kontroléru v CU Test oddělení, který je naznačen na obrázku *Obr. 3.10*.



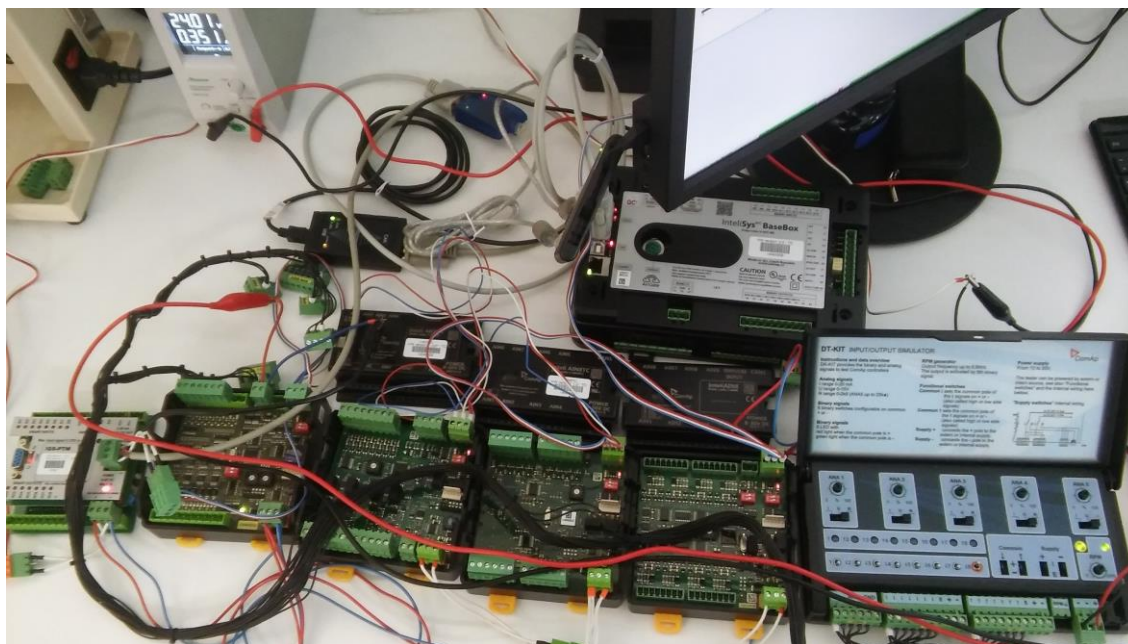
Obr. 3.10 Proces testování kontroléru

Prvním krokem procesu testování kontroléru je přiřazení daného pracovníka do projektu jako testera. Tuto činnost provádí vedoucí oddělení v intranetovém systému, který slouží pro sledování vývoje produktu. Daný pracovník, jenž je přiřazen k projektu obdrží automatický email obsahující základní informace o projektu, kde jsou například uvedeni další pracovníci s jinými rolemi nebo odkaz na zadání do systému JIRA.

Během teoretické přípravy je důležité pročíst funkční a technické specifikace testovaného produktu. Projít zadání, které je rozděleno do mnoha bodů dle jednotlivých funkcí, které jsou určeny k otestování a dořešení nejasností.

Po teoretické přípravě následuje příprava na samotné testování, kde prvním krokem je zajištění správné verze HW, na němž se bude provádět testování. K samotnému kontroléru téměř vždy náleží příslušenství, které je nutné využít při testování. Většinou se jedná o komunikační či rozšiřující moduly. Tento potřebný HW je dostupný v CU Test oddělení nebo jiném oddělení v rámci R&D. Stejně tak důležitá je příprava správného SW pro testování, protože odlišné řady kontrolérů využívají odlišné programy pro správu. Je tedy často potřeba používat pro testování interní beta verzi programu. A proto je velmi důležité ověřit, verzi použitého softwaru a firmwaru, zda odpovídá zadání testu a testování není prováděno například na staré verzi FW.

Po přípravě je třeba zapojit a zprovoznit celou sestavu na testování. Často je nutné vyměnit či připravit konektory pro daný kontrolér, anebo upravit zapojení na simulačním zařízení, aby daný HW k testování mohl být připojen. Takto zapojenou sestavu je potřeba oživit a připojit k PC, které se využívá k ovládání kontroléru, ale také simulačního zařízení. Zprovozněná sestava připravená k testování je zobrazena na *Obr. 3.11*. Analýza procesu Příprava na testování je uvedena v tabulce *Tab. 3.2*.



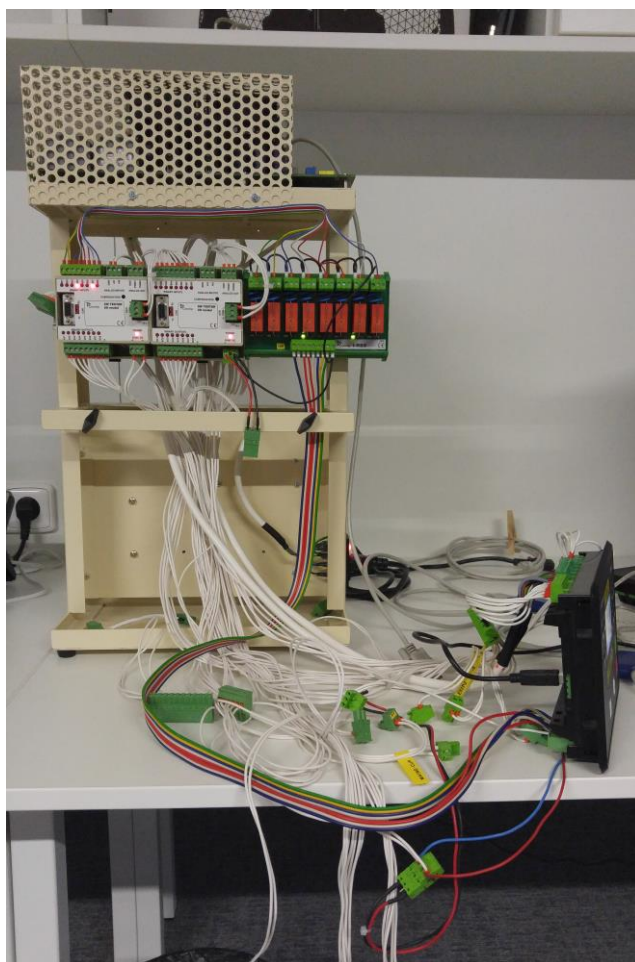
Obr. 3.11 Připravená sestava k otestování komunikace s moduly

Tab. 3.2 Analýza procesu Příprava na testování

Příprava na testování				
Vstup	Činnost	Výstup	Potřebné zdroje	Měřitelné metriky
Přiřazení do projektu jako tester	Teoretická příprava	Zpracovaný postup testování	Lidské, funkční specifikace produktu, Produktový specialista, zadání práce	Čas
Prototypový kontrolér nebo finální kontrolér	Příprava HW k testování	Správná verze HW kontroléru, připravené přídavné moduly bez krytů	Lidské, sklad, nářadí, manuál k modulům	Čas
Software potřebný k testování	Příprava SW k testování	Nainstalované potřebné ovladače, programy pro správu kontroléru, aktuální verze FW	Lidské, PC, SW, intranet	Čas
Připravený HW	Zapojování	Kontrolér osazený kartami, propojený s moduly, připojený k simulačnímu zařízení a zdroji	Lidské, PC, HW, nářadí, multimetr	Čas
Zapojený HW	Zprovoznění sestavy	Sestava připojená k PC a připravená k testování	Lidské, PC, Kontrolér s příslušenstvím	Čas

Následuje testování funkčnosti dle zadání, které je uvedeno v systému JIRA, kde veškeré funkce kontroléru jsou rozděleny do dílčích bodů, které se postupně testují. K samotnému testu se využívá simulační zařízení, které je připojeno k danému kontroléru a umožňuje ovládat vstupy kontroléru a číst hodnoty na výstupu, viz obrázek *Obr. 3.12*. Během testu měření elektrických veličin se porovnává a ověřuje přesnost měření kontrolérů, kdy hodnoty naměřené kontrolérem jsou porovnávány s naměřenými hodnotami přesných měřicích přístrojů, případně výstupní hodnoty jsou měřeny a porovnány, jestli odpovídají uváděnému rozsahu. Během simulace provozních stavů se

testují zejména ochrany. To například znamená, že při překročení nastavené frekvence nebo velikosti výstupního napětí má dojít k odpojení stykače. Takto se simulují různé poruchové stavy, které mohou nastat a kontroluje se správná funkce. Posledním krokem je vyjasnění nesrovnalostí s produktovým specialistou či dohledání informací, protože se může stát, že během testování dané funkce je nalezená jiná chyba nebo „zvláštní chování“ zařízení a je třeba konzultovat tento problém, jestli je to opravdu chyba anebo daná funkčnost například nebyla zatím implementována v testované verzi a byla odložena do další verze firmwaru. Analýza procesu Testování je uvedena v tabulce *Tab. 3.3*.

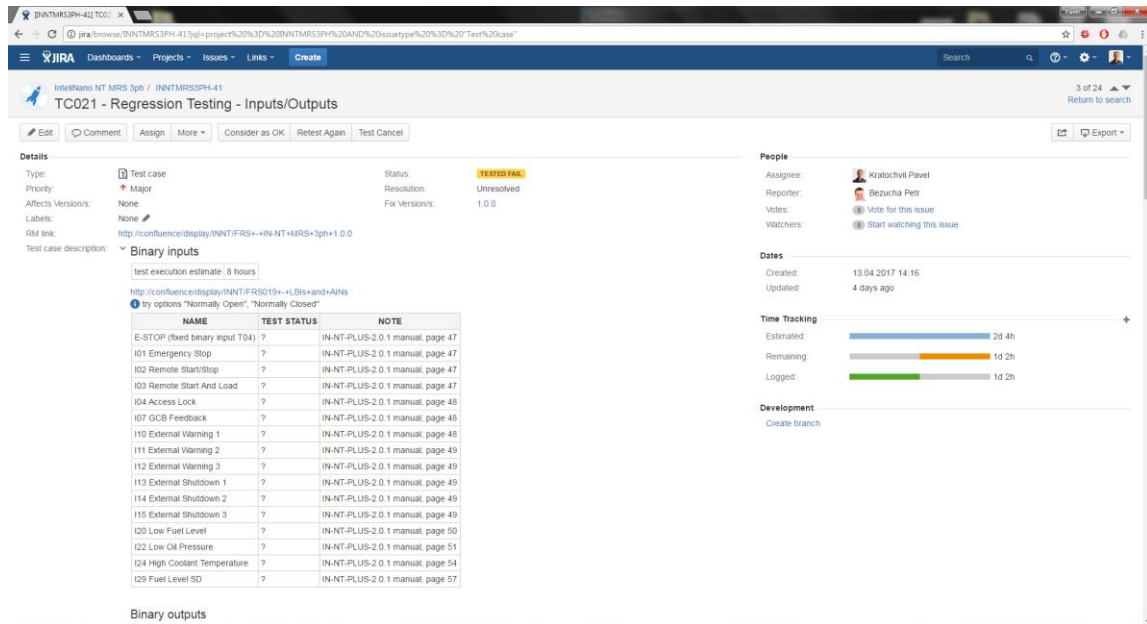


Obr. 3.12 Testování kontroléru pomocí simulačního zařízení

Tab. 3.3 Analýza procesu Testování

Testování				
Vstup	Činnost	Výstup	Potřebné zdroje	Měřitelné metriky
Připravená sestava k testování	Testování funkčnosti dle zadání	Nalezení chyb nebo potvrzení správné funkčnosti	Lidské, PC, testovací sestava, funkční specifikace	Čas, počet nalezených chyb, počet otestovaných bodů
Připravená sestava k testování	Měření elektrických veličin	Nalezení chyb nebo potvrzení správné funkčnosti	Lidské, PC, testovací sestava, funkční specifikace, měřicí přístroje	Čas, počet nalezených chyb, počet otestovaných bodů
Připravená sestava k testování	Simulace provozních stavů	Nalezení chyb nebo potvrzení správné funkčnosti	Lidské, PC, testovací sestava, funkční specifikace, testovací skripty pro automatické testy	Čas, počet nalezených chyb, počet otestovaných bodů
Připravená sestava k testování	Dohledávání informací	Dořešení nejasností, které vznikly během testování	Lidské, komunikace s programátory nebo produktovými specialisty	Čas

Po dokončení dílčích testů nebo celého testování je třeba evidovat výsledky testů, kdy každý test je vyhodnocen jako „Test OK“ nebo „Test FAIL“. Výsledky testů se zapisují do systému JIRA, kde se taktéž uvádí postup testování a způsob, jak znovu reprodukovat nalezenou chybu. Taktéž se do systému nahrávají záznamy z měření a konfigurace, která byla nastavena při testování. Následně se zaeviduje strávený čas při testování daných funkcí. Posledním krokem je konzultace nalezených chyb s programátory, kteří na daném projektu pracují. Jejich úkolem je oprava nalezených chyb ve firmwaru kontroléru. Printscreen ze systému JIRA je uveden na obrázku *Obr. 3.13*. Analýza procesu Výsledky testování je uvedena v tabulce *Tab. 3.4*.



Obr. 3.13 Systém JIRA

Tab. 3.4 Analýza procesu Výsledky testování

Výsledky testování				
Vstup	Činnost	Výstup	Potřebné zdroje	Měřitelné metriky
Poznámky a záznamy z testování	Evidování výsledků testů do systému JIRA	Výsledky z testů zaznamenány do systému	Lidské, PC, JIRA	Čas, počet test reportů
Poznámky a záznamy z testování	Evidování časů do systému JIRA	Časová náročnost testů evidována do systému	Lidské, PC, JIRA	Čas
Evidovaný test report	Řešení chybových stavů s programátory	Vysvětlení podmínek navození chyby programátorovi	Lidské, PC, JIRA	Čas

Posledním krokem je rozebrání testovací sestavy, úklid nebo navrácení zapůjčených zařízení a příprava pracoviště na další testování. Vzhledem k tomu, že část zařízení je sdílena napříč celým R&D oddělením, je třeba tento poslední krok dodržovat a po ukončení testování zbytečně neblokovat vybavení. Místo pro uložení technického vybavení není jasně definováno, a tak není pracovníky dodržován jednotný řád, viz obrázek *Obr. 3.14*, kde jsou uloženy kontroléry. Analýza procesu Úklid pracoviště je uvedena v tabulce *Tab. 3.5*.



Obr. 3.14 Úložné místo pro kontroléry a další vybavení

Tab. 3.5 Analýza procesu Úklid pracoviště

Úklid pracoviště				
Vstup	Činnost	Výstup	Potřebné zdroje	Měřitelné metriky
Testovací sestava	Rozebrání testovací sestavy	Odpojení kabeláže, odebrání přídatných modulů	Lidské, nářadí, testovací sestava	Čas
Kontrolér, příslušenství, kabeláž	Úklid HW, přístrojů, nářadí.	Uklizené pracoviště připravené na další testování	Lidské	Čas

Ruční a automatické testování probíhá v několika kolech a po každém vydání nové verze firmwaru, kde jsou již opraveny nalezené chyby a implementovány nové funkčnosti. Takže v závislosti na rozsahu projektu testování může trvat několik dnů až měsíců. K finalizaci produktu probíhají dlouhodobé automatické testy v SW Testovně. Posledním krokem před uvolněním dané verze firmwaru pro zákazníky nebo před distribucí nových zařízení jsou prováděny testy na skutečných diesel generátorech v motorárně, viz Obr. 3.15.



Obr. 3.15 Motorárna – diesel generátory

3.2.2 Výsledky z dotazníku

Dotazník, který je v příloze diplomové práce byl rozdán celkem 8 pracovníkům CU Test oddělení s tím, že dotazník není anonymní a bude k nahlédnutí ostatním kolegům. Vyplnění dotazníku bylo čistě dobrovolné, a tak některé odpovědi na otázky mohly být vynechány. Většina otázek nabízí hodnocení na škále 1 až 5, kdy se jedná o „školní“ hodnocení. Tedy 1 znamená nejlepší, či nejspokojenější a číslo 5 znamená naopak nejhorší či nespokojený. U velké části otázek je možné taktéž odpovědět komentářem nebo zakroužkováním dalších odpovědí. Souhrn odpovědí z dotazníku je členěn do následujících částí: pracovní prostředí, týmová spolupráce a setkání, testování a pracovní postupy, plánování.

Pracovní prostředí

Otázky týkající se pracovního prostředí jsou označeny číslem 1 až 10. Z této části dotazníku vychází, že většina zaměstnanců z CU Test oddělení je spokojena se vzhledem pracovního prostředí, jeho čistotou a bezpečností. Ovšem jako nevyhovující zde vychází hluk v open-space office a soukromí. Naopak velmi kladně je hodnocena možnost parkování v podzemních garážích. Pokud jde o firemní benefity, všichni členové týmu oceňují bezplatný tarif a bezplatné sportovní aktivity. Další důležitou informací je, že většina pracovníků tohoto oddělení jsou nováčci. Protože průměrná délka působení ve společnosti ComAp je 1,25 roku.

Týmová spolupráce a setkání

Otázky na téma týmové spolupráce jsou od čísla 11 do 23, kde jsou kolegové dotazováni na věci ohledně komunikace, setkávání se s kolegy a spoluprací s jinými odděleními. Na základě odpovědí a zkušeností lze říci, že všichni členové týmu navzájem vycházejí dobře a nemají problém řešit pracovní záležitosti a zároveň se často neformálně setkávají v rámci společných obědů. Dále je velmi pozitivní, že členové CU Test týmu jsou v kontaktu s jinými odděleními, což zlepšuje komunikaci napříč podnikem a snáze mohou díky těmto kontaktům řešit případné problémy. Jeden z nedostatků v této části problematiky je, že téměř není nevyužívána možnost svolat krátkou poradu a vyřešit danou záležitost v zasedací místnosti. Dále je zde prostor pro zlepšení úsekových porad, kde není

využíváno metod pro řešení problémů, ale jedná se zejména o informativní schůzku. Dále z odpovědí vychází horší hodnocení pro team buildingové akce, které se v rámci oddělení nepořádá. V rámci porad vychází kladné hodnocení zejména pro meeting „technologické okénko“, které je zaměřeno především na vzdělávání programátorů v oblasti vývoje kontrolérů, ale i tak část témat souvisí s testováním.

Testování a pracovní postupy

Otázky na téma testování a pracovní postupy jsou od čísla 24 do 40. Dle odpovědí z dotazníku a zkušeností lze konstatovat, že jsou zde jisté nedostatky v organizaci a pořádku, zejména pokud jde o společné nářadí, přístroje a další hardware. Podobná situace je i se společnou místností SW Testovna. Tento problém vznikl zejména stěhováním do nových prostor v nové budově. To je způsobeno zřejmě tím, že za dlouhá léta bylo na starém pracovišti zažité kam a co patří. Do jakých poliček se odkládá, jaké nářadí a jaké přístroje. Bohužel se stěhováním do nových prostor se tento organizační pořádek přerušil. Při stěhování, které trvalo pouze jeden víkend, kdy se veškeré vybavení zabalilo, převezlo do nových prostor, vybalilo a rozmístilo do skříní a poliček, ale bez hlubší organizace. To vedlo k tomu, že v nové budově bylo problematické najít dané přístroje či nářadí. Taktéž toto vyplývá z odpovědí týkajících se organizace společné testovny, nářadí či přístrojů. Dále z dotazníku vyplývá, že přidělené osobní nářadí úplně neodpovídá tomu, co je nejčastěji využíváno a taktéž některé často používané přístroje nejsou k dispozici na příslušném oddělení, což je další problém z velké části způsobený stěhováním, kdy došlo k přerozdělení přístrojů mezi jiné oddělení. Dále je horší hodnocení ohledně zadání a postupů pro testování. Situace je značně zkomplikována tím, že v týmu je mnoho nováčku a ti potřebují detailnější instrukce a postupy pro testování, než v minulosti stačilo zkušenějším kolegům, kteří již nepracují v CU Test oddělení. Podobný problém jako se zadáním je se SW nástroji a programy používanými při testování. Dále je uváděn nedostatečný počet výjezdů na skutečné instalace našich produktů a seznámením se s jejich fungování v praxi, které může přinést více zkušeností pro členy CU Test oddělení. V neposlední řadě je zde uvedeno nepříliš časté využití SW Testovny a motorárny pro testy, což je opět spojeno se složením týmu, kdy testy na skutečných motorech vyžadují více zkušeností než jen simulace, protože může dojít k poškození velmi nákladného zařízení, a tak ne všichni členové týmu jsou schopni tyto testy provádět.

Plánování

Otázky na téma plánování jsou od čísla 41 do 44 a z odpovědí a zkušeností lze konstatovat, že plánování patří z pohledu pracovníků CU Test oddělení mezi slabší stránky. Dá se říci, že pracovníci nejsou spokojeni s plánováním jak v CU Test týmu, tak v rámci celého R&D oddělení, kdy nárazově vznikají vysoké nároky na kapacitu CU Test oddělení. V rámci CU Test oddělení je jednou z příčin již zmíněná nedostatečná specifikace a postup pro testování, kdy se sháněním těchto informací zbytečně ztrácí čas. Dalším problémem bývá nedostupnost potřebného HW pro testování, kdy se například plánuje s kapacitou 3 pracovníků, ale není vzato v úvahu, zda všichni 3 pracovníci budou mít v daném termínu dostatek technických prostředků pro testování. Ať už se jedná o dostatečné množství hardwaru, na kterém se testuje nebo měřících přístrojů potřebných k provedení daného testování. Další z příčin je také častá změna pracovníků mezi jednotlivými projekty, kdy ztrácejí čas opětovnou přípravou pro testování vyhledáváním informací a zajišťováním prostředků pro testování a zapojováním.

3.2.3 SWOT analýza oddělení

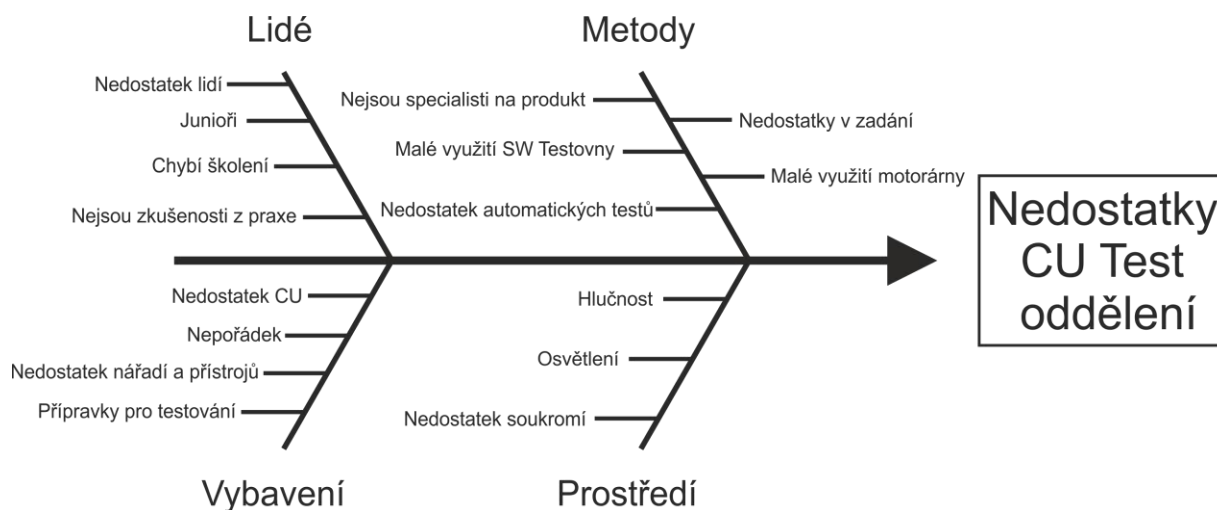
SWOT analýza je vytvořena pro CU Test oddělení na základě odpovědí z dotazníku a pracovních zkušeností z tohoto oddělení. K odhalení slabých stránek byl využit Ishikawův diagram, který je uveden v následující kapitole.

- **Strengths (Silné stránky)**
 - Důležité oddělení
 - Mladý pracovní kolektiv
 - Technické zázemí R&D
- **Weaknesses (Slabé stránky)**
 - Plánování
 - Školení pracovníků
 - Technické vybavení oddělení
- **Opportunities (Příležitosti)**
 - Rozšířit automatizované testování
 - Více využívat SW Testovnu
 - Více využívat motorárnu

- **Threats (Hrozby)**

- Nezájem se učit programovat automatické skripty
- Nezkoušení pracovníci
- Poškození skutečných diesel generátorů

3.2.4 Ishikawův diagram



Obr. 3.16 Ishikawův diagram pro CU Test oddělení

3.3 Nedostatky a návrhy na zlepšení

V následujícím textu je uvedeno několik návrhů na zlepšení, které by měly pomoci zlepšit nedostatky, jež byly identifikovány v rámci analýzy současného stavu. Část těchto nedostatků byla již napravena, proto je zde uveden stav před a po zlepšení. Návrhy jsou uváděny v chronologickém sledu, který odpovídá vhodnému zavedení změn.

3.3.1 Reorganizace úložných prostor a inventura

Prvním a velmi snadným krokem ke zlepšení je reorganizace úložných prostorů, označení úložných prostorů, kde bude jasně definováno kam, které věci patří. Označení kontrolérů štítkem CU Test pomůže identifikovat, kam daný HW patří v případě zapůjčení jinému oddělení. Tento krok je inspirován metodou 5S. Tento krok byl již realizován a skříně v CU Test oddělení byly zvenčí označeny, podle vybavení, které do nich patří. Po otevření skříní je vybavení jednoznačně rozděleno do polic dle typu a určení. Viz obrázek *Obr. 3.17*, kde je vyobrazen stav před a po změně. Po tomto uspořádání byla vypracována inventura kontrolérů a dalšího HW v oddělení.



Obr. 3.17 Reorganizace úložných prostor před a po

3.3.2 Doplnění chybějícího HW a dalšího vybavení

Na základě reorganizace a inventury byla provedena objednávka chybějícího vybavení. Bylo zjištěno, že některé kusy HW jsou poškozeny nebo nefunkční a tím zcela nevhodné pro testování. Také byl zjištěn nedostatek přídatných modulů, které jsou velmi často využívány při testování. Veškeré vybavení je postupně doplňováno. Již proběhla první objednávka chybějících kontrolérů a přídatných modulů.

3.3.3 Třídění poškozeného HW

Během třídění a doplňování nového vybavení bylo zjištěno, že poškozená zařízení jsou uložena s ostatními a často ani nejsou označena, že mají nějakou chybu hardwaru. Dané poškození nemusí být problematické pro testování dílčích funkcí za předpokladu, že tester o tomto poškození ví, ale může také vzniknout situace, že tester začne testovat, aniž by o dané chybě věděl, stráví celý pracovní den testováním a výsledek testu je neplatný z důvodu poškozeného HW. Proto je nutné poškozený HW označit štítkem popisujícím závadu a umístit do zřízeného boxu. Díky tomuto je snadno rozpoznatelné, které kontroléry jsou poškozeny. Tento box je následně po naplnění odnesen do oddělení vývoje hardwaru, kde se rozhodne, zda je možné zařízení opravit a pokud ano, tak oprava je provedena a zařízení je navraceno. Toto opatření již bylo zavedeno a slouží k úspoře času při přípravě na testování, viz obrázek *Obr. 3.18*.



Obr. 3.18 Označení a třídění poškozených zařízení

3.3.4 Doplnění vybavení pracovníků

Díky zpětné vazbě z vyplněných dotazníků bylo zjištěno, že přidělené vybavení pracovníků CU Test oddělení úplně neodpovídá jejich potřebám. Po tomto zjištění, že problém se týká všech pracovníků, proběhl krátký meeting, kde bylo shrnuto, jaké vybavení chybí a provedena hromadná objednávka. Nyní má každý pracovník k dispozici regulovaný zdroj napětí, dostatek převodníků pro propojení PC s testovaným HW a často využívané ruční nářadí, jako je například šroubovák, kleště, štípačky.

3.3.5 Přípravky usnadňující testování

Z analýzy procesu testování kontroléru vyplývá, že každému testování předchází příprava HW, příprava SW, zapojování a zprovoznování sestavy k testování. Tyto úkony, které mohou v součtu trvat, i několik hodin lze zkrátit předem připravenými přípravky, díky kterým není potřeba ztrácet čas přípravou HW, zapojováním a zprovoznováním sestavy. Jednou z možností využití je testování přídavných modulů ke kontrolérům, kdy je vždy potřeba zajistit od každého typu alespoň jeden kus, sundat kryt, zjistit nastavenou adresu a případně ji změnit. Připravit kabeláž pro CAN komunikaci, napájení a všechny testované moduly navzájem připojit a otestovat s kontrolérem. V případě, že tato sestava se během týdne musí několikrát připravit a následně zase rozebrat pro uvolnění místa na pracovišti pro jiné testy je to ztráta času. Pro tyto účely byl sestaven stojan a osazen nejčastěji používanými moduly a připraven k připojení ke kontroléru a zdroji. Díky tomuto přípravku se příprava testování modulů snížila z řádově hodiny na minuty. Jednotlivé

moduly lze ze stojanu demontovat a na jejich místo připevnit jiný modul pokud je potřeba pro testování. Tento krok byl již realizován a je vyobrazen na obrázku *Obr. 3.19*, kde je výchozí stav a stav po zlepšení.



Obr. 3.19 Přípravek pro testování modulů s kontrolérem

3.3.6 Osvětlení pracoviště

Na pracovišti CU Test oddělení jsou nevhodně rozmístěná světla, která nedostatečně osvětlují pracovní plochu a oslňují. Tento problém byl částečně vyřešen výměnou lamelové clony zářivkového svítidla za mléčný difuzor. Toto řešení není ideální, ale dostatečné pro aktuální roční období. V současné době se řeší úprava rozmístění svítidel dle jednotlivých pracovišť se správcem budovy. Očekává se řešení nevhodného osvětlení do podzimu 2017. Nevhodné rozmístění svítidel a výměna lamelové clony je na obrázku *Obr. 3.20*.



Obr. 3.20 Nevhodné umístění osvětlení a vyměněná lamelová clona

3.3.7 Zvýšení kvalifikace pracovníků

Jedním z nejdůležitějších kroků ke zlepšení chodu CU Test oddělení je zvýšení kvalifikace pracovníků. Vzhledem k tomu, že v tomto oddělení je většina pracovníků krátce po dokončení studia nebo jsou zaměstnání během studia, nemají příliš praktických zkušeností. Proto bylo navrženo a zavedeno pravidelné školení v rozsahu 1 až 2 hodin týdně, které aktuálně probíhá na téma programování v Pythonu a vytváření automatických testovacích skriptů. Cílem je, aby všichni pracovníci CU Test oddělení byli schopni využívat automatizované testy a vytvářet vlastní. Dalším krokem k získávání zkušeností je dohoda s oddělením Technické podpory, které umožnilo zúčastňovat se jejich výjezdů na skutečné instalace nových produktů nebo řešení poruch stávajících. V rámci této dohody již proběhlo bezpečnostní školení ohledně pohybu pracovníků v rozvodnách a práce s diesel generátory. Dva pracovníci CU Test oddělení se výjezdu zúčastnili a následně prezentovali získané poznatky na schůzce oddělení. Pravidelná školení i výjezdy na skutečné instalace byly již schváleny vedením firmy a jsou realizovány.

3.3.8 Vybavení SW Testovny

Vzhledem ke školením pracovníků CU Test oddělení v problematice automatizovaného testování se očekává zvýšené využití místnosti SW Testovna. Aktuálně je využívána přibližně dvěma pracovníky CU Test oddělení, pro které je současné uspořádání a vybavení dostačující. Proto je v řešení nákup technického vybavení do SW Testovny a jiné uspořádání místnosti. Na stěnu by měly být instalovány DIN lišty a tak vytvořeny stálé sestavy na testování, kde by již nebylo třeba provádět přípravu sestavy a propojování.

3.4 Zhodnocení navržených zlepšení a možnosti jejich implementace

Veškerá navrhovaná opatření a zlepšení byla přijata a implementována nebo jejich implementace probíhá. Nejlépe hodnocené změny ze strany pracovníků jsou možnosti získávat praktické zkušenosti na reálných instalacích, které jsou zajímavé a přínosné pro práci testera. Zároveň reorganizace a doplnění vybavení a náradí usnadnila každodenní práci a zkrátila čas hledání a přípravu hardwaru pro testování. Zároveň díky označení veškerého vybavení štítkem „CU Test“ již není tak častý problém se zapůjčením vybavení jinému oddělení a jeho navrácení zpět. Po tomto vzoru i ostatní oddělení v rámci R&D začala značit své vybavení. Veškeré tyto drobné změny denně pomáhají k lepšímu chodu oddělení a zejména úspoře času na přípravách testování.

Samotná implementace změn probíhala velmi snadno díky vstřícnosti a ochotě pracovníků CU Test oddělení respektovat nově nastavená pravidla a taktéž díky vstřícnosti vedoucího oddělení, který tyto změny schválil a zažádal o navýšení rozpočtu na pořízení chybějícího vybavení.

Závěr

Tato diplomová práce se zabývala analýzou stávajícího stavu procesů v elektrotechnickém podniku a návrhy na zlepšení ve společnosti ComAp. Praktická část byla zaměřena především na procesy v CU Test oddělení, které má na starost funkční testování kontrolérů.

V první kapitole byla stručně popsána problematika procesního řízení podniku, struktura procesu, životní cyklus procesu a jeho zlepšování a také modelování procesů. Následně bylo uvedeno několik základních metod a nástrojů pro zlepšování procesů, které mohou být aplikovány.

Praktická část byla věnována představení společnosti ComAp, jejích produktů a oddělení. Zejména celého oddělení R&D, zvláště jeho části CU Test oddělení a také testování. Po tomto seznámení se společností ComAp, byla provedena analýza současného stavu procesu testování kontrolérů v CU Test oddělení a taktéž bylo provedeno vyhodnocení dotazníků, které poskytují zpětnou vazbu na chod oddělení. Následně byla provedena SWOT analýza a Ishikawův diagram, který odhaluje nedostatky v oddělení. Dále v rámci případové studie bylo provedeno shrnutí nedostatků a návrhů na jejich zlepšení, kdy většina návrhů byla již implementována či jsou ve stádiu řešení. Na závěr proběhlo zhodnocení navržených zlepšení.

Během psaní diplomové práce jsem došel k zjištění, že snadněji se provádí analýza výrobních procesů, kde se výrobní postupy nechají rozložit do dílčích opakovaných sub procesů a lze snadněji určovat metriky. V případě vývoje a testování nových produktů je situace značně komplikovanější zvláště s určením metriky, kdy téměř jedinou možností je čas, který lze následně převést na finanční náklady na vývoj a testování. Ale také často během testování prototypů nebo zařízení, která jsou ve vývoji, vznikají nestandardní situace a nelze vždy nastavit procesy, aby bylo možné se jimi řídit do posledního kroku jako například při sériové výrobě. Jedním z úskalí psaní diplomové práce byla skutečnost, že velké množství informací získaných v rámci práce v CU Test oddělení nebo informací z interních dokumentů nebylo možné použít v této diplomové práci. Jedná se především o obrazové materiály z prostředí vývojového oddělení, schémata zapojení pro testování

a detailní postupy a zařízení používaná pro testy. Taktéž časová náročnost všech procesů během vývoje zařízení a testování je evidována, ale není žádoucí zveřejnění těchto interních dat, proto je třeba respektovat rozhodnutí společnosti ComAp a.s..

V rámci tvorby diplomové práce bylo v CU Test oddělení provedeno několik zlepšení, kdy jsem se zaměřil převážně na realizovatelná zlepšení, která budou mít především praktický přínos pro chod CU Test oddělení. Největším osobním přínosem byla a je zkušenost z prostředí vývoje elektrotechnických zařízení a možnosti využití znalostí z oblasti elektrotechniky v každodenní praxi a také jejich rozšiřování. Tvorba diplomové práce v prostředí praxe byla náročná z pohledu časové náročnosti, kdy bylo nutné plnit pracovní úkoly jako ostatní pracovníci a diplomovou práci tvořit ve volném čase, ale získané zkušenosti a praxe z oblasti elektrotechniky převyšuje nevýhody.

Seznam literatury a informačních zdrojů

- [1] ŘEPA, Václav. *Podnikové procesy: procesní řízení a modelování*. 2., aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Grada, 2007. Management v informační společnosti. ISBN 978-80-247-2252-8.
- [2] BASL, Josef, Miroslav TŮMA a Vít GLASL. *Modelování a optimalizace podnikových procesů: zvyšování výkonnosti podniku nástroji TOC*. Plzeň: Alfa Publishing, 2002. Management studium. ISBN 80-708-2936-2.
- [3] KOŠTURIÁK, Ján. *Kaizen: osvědčená praxe českých a slovenských podniků*. Brno: Computer Press, 2010. Praxe manažera (Computer Press). ISBN 978-80-251-2349-2.
- [4] BĚLOHLÁVEK, František, Pavol KOŠŤAN a Oldřich ŠULEŘ. *Management: zvyšování výkonnosti podniku nástroji TOC*. Olomouc: Rubico, 2001. Management studium. ISBN 80-858-3945-8.
- [5] *Wikipedia: Ishikawa diagram* [online]. 2017 [cit. 2017-3-3]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Ishikawa_diagram
- [6] CORY, Timothy, Pavol WITH THOMAS SLATER a Oldřich ŠULEŘ. *Brainstorming: Techniques for New Ideas*. 2nd ed. New York: iUniverse, 2003. Management studium. ISBN 05-952-9831-1.
- [7] Understanding Pareto's Principle. *The balance* [online]. [cit. 2017-05-04]. Dostupné z: <https://www.thebalance.com/pareto-s-principle-the-80-20-rule-2275148>
- [8] JINGFENG NING, ZHIYU CHEN a GANG LIU. PDCA process application in the continuous improvement of software quality: revue littéraire mensuelle. In: *2010 International Conference on Computer, Mechatronics, Control and Electronic Engineering*. IEEE, 2010, s. -. DOI: 10.1109/CMCE.2010.5609635. ISBN 978-1-4244-7957-3. Dostupné také z: <http://ieeexplore.ieee.org/document/5609635/>
- [9] IMAI, Masaaki. *Kaizen: metoda, jak zavést úspornější a flexibilnější výrobu v podniku*. Brno: Computer Press, c2007. Business books (Computer Press). ISBN 978-80-251-1621-0.
- [10] *Lean Manufacturing Tools: What is 5S* [online]. [cit. 2017-3-3]. Dostupné z: <http://leanmanufacturingtools.org/192/what-is-5s-seiri-seiton-seiso-seiketsu-shitsuke/>
- [11] *Management Mania: Just in Time* [online]. [cit. 2017-3-3]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/just-in-time>
- [12] *ComAp* [online]. Praha, 2017 [cit. 2017-03-03]. Dostupné z: <https://www.comap-control.com/>
- [13] *ComAp The heart of smart control* [online]. Praha, 2017 [cit. 2017-05-04]. Dostupné z: <http://old.comap.cz/>
- [14] PRODUCT GUIDE ComAp. 2015.
- [15] COMAP A.S. *Process: SH 4 Software development*. Praha, 2017, 17 s.

Přílohy

Příloha A – Dotazník pro pracovníky CU Test oddělení

Dotazník:

Dotazník pro oddělení CU testerů ve společnosti ComAp za účelem zlepšení procesů a vypracování diplomové práce.

Autor dotazníku:

Pavel Kratochvíl

Informace k vyplnění:

Pokuste se odpovědět na většinu otázek.

Je možné zaškrtnout více odpovědí a dopisovat komentáře.

Číselné hodnocení je jako ve škole. 1 = nejlepší; 5 = nejhorší.

Vyplnil:
Pracovní prostředí
1 Pracovní doba:

- 7:00 – 15:30
- 7:30 – 16:00
- 8:00 – 16:30
- 8:30 – 17:00
- 9:00 – 17:30
- Jiná:
- Pracuji o víkendu
- Pracuji přesčasy
- Pracuji na Plný / Zkrácený úvazek

2 Teplota místnosti (spokojenost):

- | | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|

 1 = spokojený, 5 = nespokojený.

3 Hlučnost (spokojenost):

- | | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|

 1 = spokojený, 5 = nespokojený.

4 Vzhled pracovního prostředí:

- | | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|

 1 = spokojený, 5 = nespokojený.

5 Čistota pracovního prostředí:

- | | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|

 1 = spokojený, 5 = nespokojený.

6 Bezpečnost (riziko úrazu, například el. proudem)

- | | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|

 1 = bezpečné, 5 = nebezpečné prostředí.

7 Soukromí:

- | | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|

 1 = spokojený, 5 = nespokojený.

8 Firemní benefity:

- | | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|

 1 = spokojený, 5 = nespokojený.
- Vypiš využívané:

9 Parkování (spokojenost):

- | | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|

 1 = spokojený, 5 = nespokojený.

10 Zaškolení nováčků (spokojenost):

- | | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|

 1 = spokojený, 5 = nespokojený.
- Jsem nováček ANO / NE
- Jak dlouho pracuji v ComApu
- Komentář:

Týmová spolupráce a setkání

11 Týdenní úseková porada CU testerů (spokojenost):

- | | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|

1 = spokojený, 5 = nespokojený.
 Neúčastním se
 Největší přínosy:

 Nedostatky:

12 Využití metod k řešení problémů na úsekových poradách:

- Brainstorming
 Ishikavův diagram (rybí kost)
 5W (Why?, Why?, Why?, Why?, Why?)
 Vypiš další využívané:

13 Společné obědy (spokojenost):

- | | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|

1 = spokojený, 5 = nespokojený.
 Chodím často
 Chodím občas
 Nechodím vůbec

14 Team buildingové akce (spokojenost):

- | | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|

1 = spokojený, 5 = nespokojený.
 Neúčastním se

15 Otevřenost kolegů ke spolupráci či diskuzi (spokojenost):

- | | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|

1 = spokojený, 5 = nespokojený.

16 Otevřenost vedoucího ke spolupráci či diskuzi (spokojenost):

- | | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|

1 = spokojený, 5 = nespokojený.

17 Využívané způsoby komunikace:

- Osobní kontakt (dialog)
 Svolání porady
 Telefon
 Skype for Business
 Email
 Komentáře v systému JIRA nebo Confluence
 Yammer

18 Měsíční R&D porada (spokojenost):

- | | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|

1 = spokojený, 5 = nespokojený.
 Neúčastním se
 Největší přínosy:

 Nedostatky:

19 Měsíční Company meeting (spokojenost):

- | | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|

1 = spokojený, 5 = nespokojený.
 Neúčastním se
 Největší přínosy:

 Nedostatky:

20 Týdenní meeting „technologické okénko“:

- | | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|

 1 = spokojený, 5 = nespokojený.
- Neúčastním se
- Největší přínosy:

○ Nedostatky:

21 Projektové porady (spokojenost):

- | | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|

 1 = spokojený, 5 = nespokojený.
- Neúčastním se
- Největší přínosy:

○ Nedostatky:

22 Pracovní kontakt s dalšími odděleními (Programátoři, PC testeři, PASové, HR, ...):

- Vypsát:
-

23 Neformální kontakt s dalšími odděleními (Programátoři, PC testeři, PASové, HR, ...):

- Vypsát:
-

Testování a pracovní postupy

24 Organizace a pořádek společné SW testovny:

- | | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|

 1 = přehledně organizované, 5 = neorganizované.
- Komentář:
-

25 Dostupnost HW (kontroléry, moduly, displeje) na testování:

- | | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|

 1 = snadno dostupné, 5 = nedostupné.
- Komentář:
-

26 Organizace a pořádek HW (kontroléry, moduly, displeje):

- | | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|

 1 = přehledně organizované, 5 = neorganizované.
- Komentář:
-

27 Dostupnost nářadí a měřících přístrojů:

- | | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|

 1 = snadno dostupné, 5 = nedostupné.
- Komentář:
-

28 Organizace a pořádek nářadí a měřících přístrojů:

- | | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|

 1 = přehledně organizované, 5 = neorganizované.
- Komentář:
-

29 Nejčastěji využívané nářadí a přístroje:

- Vypsát:
-

30 Osobní (fasované) nářadí a přístroje:

- Vypsát:

31 Nejčastěji využívané převodníky, kabely, přípravky jako DT-KIT, Starter KIT atd.:

- Vypsát:

32 Seznam fasovaných převodníků, kabelů, přípravků jako DT-KIT, Starter KIT atd.:

- Vypsát:

33 Využití pracovní doby:

- Vyřizování emailů (čas/den, komentář)

- Komunikace ohledně projektu (čas/den, komentář)

- Shánění postupů a informací k testování (čas/den, komentář)

- Shánění nářadí a přístrojů k testování (čas/den, komentář)

- Samotné testování (čas/den, komentář)

- Meeting (čas/den, komentář)

- Další činnosti (čas, komentář)

34 Využití společné SW testovny:

- Nikdy
- Denně
- Týdně
- Měsíčně
- Čtvrtletně

35 Využití motorárny pro testování na skutečných motorech:

- Nikdy
- Denně
- Týdně
- Měsíčně
- Čtvrtletně

36 Využití intranetových nástrojů, informačních systémů a dalších nástrojů:

- JIRA
 - Confluence
 - Stash (Bitbucket)
 - Bamboo
 - Sharepoint
 - Artifactory
 - kiWiKi
 - Intranet – Sudoku, SW Projekty, HW Projekty, LunchTime...
 - Git
 - Síťové disky (M, N, P)
 - Microsoft OneDrive úložiště
 - Skype for business
 - Outlook
 - Vypiš další:
-

37 Školení na rozvoj testerských dovedností:

- Probíhají v **dostatečném** množství a kvalitě
- Probíhají v **nedostatečném** množství a kvalitě
- Neprobíhají

38 Výjezdy na skutečné instalace:

- Zúčastnil jsem se: ANO / NE
 - Jak často jezdím? Týdně / Měsíčně / Ročně
 - | | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|

 1 = spokojený, 5 = nespokojený.
 - Komentář:
-

39 Srozumitelnost a úplnost zadání pro testování „test case“:

- | | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|

 1 = srozumitelné, 5 = nesrozumitelné.
 - Komentář:
-

40 Přehlednost podkladů pro testování (co vše nainstalovat, jaké balíčky naimportovat, jakou verzi PC aplikace použít atd.)

- | | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|

 1 = přehledné, 5 = nepřehledné.
 - Komentář:
-

Plánování

41 Spokojenost s plánováním v celém R&D oddělení:

- | | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|

1 = spokojený, 5 = nespokojený.
○ Komentář:

42 Spokojenost s plánováním v CU testerském týmu:

- | | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|

1 = spokojený, 5 = nespokojený.
○ Komentář:

43 Dodržování plánu (práce na projektech, termíny):

- Denní

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

1 = je dodržováno, 5 = nedodržováno.
○ Týdenní

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

○ Měsíční

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

○ Čtvrtletní

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

○ Půlroční

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

○ Roční

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

○ Komentář:

44 Důvody nedodržení plánu:

- Množství práce přesahuje kapacitu oddělení
○ Zvýšené množství práce je nárazové a neplánované
○ Brzdí mě jiné oddělení (např. pozdě vydaný SW)
○ Nedostatečná technická specifikace projektů (ztrácím čas hledáním informací)
○ Nedostatek hardwaru pro testování (např. mám čas, ale nemám na čem testovat)
○ Časté přeskokování mezi různými projekty
○ Nedostatečné znalosti a schopnosti pro testování
○ Chybí časové rezervy a čas je plánován na 100% kapacit
○ Nedostatečná kapacita oddělení
○ Komentář:

