



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE

INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

STUDIE ŘÍZENÍ ZKUŠEBNÍ LABORATOŘE A BILANCOVÁNÍ KAPACIT

THE STUDY OF TRIAL LABORATORY MANAGEMENT AND BALANCING OF
CAPACITIES

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Jakub Světelský

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

prof. Ing. Marie Jurová, CSc.

BRNO 2018

Zadání diplomové práce

Ústav:	Ústav strojírenské technologie
Student:	Bc. Jakub Světelský
Studijní program:	Strojní inženýrství
Studijní obor:	Strojírenská technologie a průmyslový management
Vedoucí práce:	prof. Ing. Marie Jurová, CSc.
Akademický rok:	2017/18

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Studie řízení zkušební laboratoře a bilancování kapacit

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Dosažení udržitelného rozvoje firmy při změně způsobu řízení při stávajících technologiích. Zajištění konkurenční přednosti podniku.

Cíle diplomové práce:

Hodnocení současného stavu řízení se zaměřením na:

- podnikové portfolio
- zkušební systém

Vytipování podstatných nedostatků současného stavu

Návrh teoretických přístupů pro změnu řízení zkušební laboratoře

Sestavení nového přístupu k zabezpečení růstu produktivity

Zhodnocení přínosů a podmínek realizace řešení

Seznam doporučené literatury:

FIALA, P. Modelování a analýza produkčních systémů. Praha: Professional Publishing, 2002. 259 s. ISBN 80-86419-19-3.

GREGOR, M. a kol. Dynamické plánovanie a riadenie výroby. Žilina: Žilinská univerzita, 2000. 284 s. ISBN 80-7100-607-6.

MAŠÍN, J. a VYTLAČIL, M. Cesty k vyšší produktivitě. Liberec: IPI, 1996. 254 s. ISBN 80-902235-0-8.

SLACK, N., S. CHAMBERS a R. JOHNSTON. Operations management. 6th ed. Harlow, England: Financial Times Prentice Hall, 2010. 686 s. ISBN 978-0-273-73046-0.

RASTOGI, M. Production and operation management. Bangalore: University science press, 2010. 168 s. ISBN 978-938-0386-812.

VYTLAČIL, M., MAŠÍN, J., STANĚK, M. Podnik světové třídy. Liberec: IPI, 1997. 276 s. ISBN 80-902235-1-6.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2017/18

V Brně, dne

L. S.

prof. Ing. Miroslav Píška, CSc.
ředitel ústavu

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRACT

V této diplomové práci jsou ukázány a popsány principy, metody a procesy s dokumenty, kterými je ve zkušební laboratoři řízeno testování. Přínosem této práce na navrhnutí nového systému pro dodržování 5S standartu, návrh rozšíření portfolia testování a v neposlední řadě popis nového systému pro plánování kapacit. Tento systém by při správném používání měl predikovat možná budoucí problémy z důvodu nedostatečných kapacit a to vše v automatickém režimu.

Klíčová slova

5S Standart, FMEA, DVP, Vibrační a UV testy, skladování, plánování kapacit

ABSTRACT

In this Master's thesis is showed the principles, methods and process with document, which is necessary for managing of testing in Testing laboratory. Benefit of this thesis is design the new system of 5S, expanding the testing portfolio and finally, description of the new system for capacity planning. This system should predicted the future problems due to insufficient capacity and this will be done automatically.

Key words

5S Standard, FMEA, DVP, Vibration and UT tests, storage, planning of capacity

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

SVĚTELSKÝ, Jakub. *Studie řízení zkušební laboratoře a bilancování kapacit*. Brno 2018. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav strojírenské technologie. 64 s., 5 příloh. Vedoucí práce prof. Ing. Marie Jurová, CSc.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma **Studie řízení zkušební laboratoře a bilancování kapacit** vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

Datum

.....
Bc. Jakub Světelský

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych rád poděkoval prof. Ing. Marii Jurové, CSc za vedení diplomové práce a za její věcné připomínky a rady v této problematice. Dále bych chtěl poděkovat zaměstnancům RNDr. Františku Šebovi za pomoc při implementaci programu pro řízení kapacit a v neposlední řadě Ing. Danielu Štréglovi za oponenturu diplomové práce.

OBSAH

PROHLÁŠENÍ	5
PODĚKOVÁNÍ	6
OBSAH.....	7
ÚVOD	8
1 PŘEDSTAVENÍ FIRMY	9
1.1 POPIS PODNIKÁNÍ VE FIRMĚ ALPHA.....	9
1.2 HISTORIE FIRMY	9
1.3 VÝROBNÍ PROGRAM	10
1.4 ORGANIZAČNÍ STRUKTURA	13
2 SYSTÉMY PRO ŘÍZENÍ ZKUŠEBNÍ LABORATOŘE	15
2.1 METODA 5S	16
2.1.1 Historie metody 5S	17
2.1.2 Seiri – Separovat (vytřídit)	18
2.1.3 Seiton – Systematizovat	19
2.1.4 Seiso – Stále čistit.....	20
2.1.5 Seiketsu – Standardizovat.....	20
2.1.6 Shitsuke – Sebe disciplinovanost.....	21
2.1.7 Cíl metody 5S.....	21
2.2 PPAP – PROCES SCHVALOVÁNÍ DÍLŮ DO SÉRIOVÉ VÝROBY	22
2.3 FMEA	23
2.3.1 FMEA – popis.....	23
2.3.2 Hodnotící kritéria.....	23
2.3.3 Formulář pro analýzu procesu FMEA	25
2.4 DVP - DESING VALIDATION PLAN	29
2.5 KONTROLNÍ SYSTÉMY PRO KONTROLU DÍLŮ V SÉRIOVÉ VÝROBĚ	31
2.5.1 Audít balení.....	32
2.5.2 Rekvalifikační zkoušky.....	33
2.5.3 Speciální požadavky a D parametry	33
3 NÁVRHY NA ZVÝŠENÍ PRODUKTIVITY VE ZKUŠEBNÍ LABORATOŘI	34
3.1 NÁVRH NÁKUPU ZKUŠEBNÍCH ZAŘÍZENÍ S TEORETICKÝM VÝPOČTEM NÁVRATNOSTI.....	34
3.1.1 Vibrační zařízení s kluzným stolem.....	35
3.1.2 UV klimatická komora.....	37
3.2 DISPOZIČNÍ ŘEŠENÍ ZKUŠEBNÍ LABORATOŘE A NASTAVENÍ 5S STANDARTU	39
3.2.1 Rozbor stávajícího stavu	39
3.2.2 Návrh nového stavu.....	43
3.3 SYSTÉM PRO PLÁNOVÁNÍ KAPACIT	48
4 DISKUZE.....	58
4.1 ZÍSKÁNÍ AKREDITACE	58
4.2 POŘÍZENÍ 3D TISKÁRNÝ	58
4.3 POŘÍZENÍ CT STANICE	58
5 ZÁVĚR	60
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	62
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	64
SEZNAM PŘÍLOH.....	65

ÚVOD

Validace výrobků v automotive je jedna z velice důležitých etap života daného výrobku. Validací dané součásti se předchází mnoha možným budoucím problémům, a to z důvodu jak vadného designu součásti, tak problémů při jeho procesu výroby a montáže. Kvůli tomu vznikají téměř v každé firmě zabývající se touto výrobou zkušební laboratoře, nebo si daná společnost tento výzkum nechá vytvořit externím dodavatelem.

Vytvoření zkušební laboratoře je velice finančně, administrativně, ale i časově náročná činnost, která však v dlouhodobém horizontu přináší toužebný přínos. Ten se může skládat oproti testování dílů externími dodavateli ze skutečnosti, že kapacity testování se mohou přizpůsobit akutním požadavkům, či že výsledky dílčích testování jsou ihned reportovány příslušným oddělením.

Jak je popsáno v diplomové práci, zkušební laboratoř využívá několik dokumentů, které navazují na další dokumenty jako je např. DFMEA a PFMEA, nebo na specifické požadavky zákazníka.

S těmito dokumenty a danými termíny dokončení testování v návaznosti na milníky zákazníka je nutné vytvořit plán testování. Proto v navrhovaném řešení je využití speciálního programu a přístupu pro plánování těchto testů a s ním i návaznost rezervování kapacit.

V neposlední řadě je zde popsán nejen návrh na úpravu zavedeného Standardu 5S a vytvoření nových prostorů v rámci rozvoje zkušební laboratoře, ale i nákup nových testovacích strojů z důvodu snížení podílu externích testů.

1 PŘEDSTAVENÍ FIRMY

1.1 Popis podnikání ve firmě Alpha



Firma Alpha Vehicle Security Solution je firma specializující se na vývoj a výrobu zamykacích systémů, které jsou implementovány do osobních, ale i nákladních automobilů.

Firma má 3 výrobní podniky v České republice, kde je centrum pro mechanický vývoj a hlavní sídlo firmy a další podniky v Mexiku a v Čínské lidové republice. Dále má naše firma pobočku ve Švýcarsku, kde se provádí vývoj elektronických součástí.

1.2 Historie firmy

Společnost FAB byla založena již v roce 1911 a k původnímu výrobnímu programu firmy, tj. k výrobě stavebních, zadlabacích a nábytkových zámků včetně kování, přibýly od roku 1958 i zámky pro automobilový průmysl. Firma se tak postupně stala výhradním dodavatelem vložkových zámků pro celý sektor automobilového průmyslu v tehdejším Československu.

V roce 1996 se FAB spojil se skupinou ASSA ABLOY a díky tomuto spojení získal příležitost být součástí společnosti s celosvětovou působností v oblasti bezpečnostních zamykacích systémů.

Dlouholetá zkušenost s výrobou automobilových zámků byla ještě více zhodnocena v roce 2007, kdy se k FABu připojila společnost CE Marshall Ltd., jeden z předních britských dodavatelů zamykacích systémů pro osobní i užitková vozidla. S cílem zvětšit svůj globální dosah a nabídnout tak zákazníkům globální servis založila společnost FAB pobočky v Číně a v Mexiku.

Stále se zvyšující poptávka po zamykacích systémech s vysokým stupněm zabezpečení a rovněž s vysokým komfortem pro řidiče motivuje společnost FAB zaměřovat se na sofistikované elektronické zabezpečovací systémy, jako je dálkově ovládané zamykání nebo systém pasivního přístupu a startování motoru vozidla.

V roce 2016 se společnost FAB stává součástí japonské firmy ALPHA Corporation, která patří k lídrům mezi dodavateli inovativních řešení pro zamykací a zabezpečovací systémy vozidel.[1]

1.3 Výrobní program

V současné době se ve firmě ALPHA Vehicle Security Solution CZ sériově vyrábí velké množství klíčů, cylindrických dveřních vložek, cylindrických vložek spínacích skříněk, uzávěrů řízení, elektronických řídících jednotek či dveřních vložek.

Naše firma své výrobky dodává do mnoha závodů po celém světě. Patří do nich výrobci osobních aut, jako jsou např. Škoda Auto, Seat, Audi a VW, ale i prodejci luxusních vozů jako Lamborghini a Bentley. Dodáváme však i díly pro nákladní a užitkové vozy MAN, DAF a Zetor.



Obr. 1.1 Chytrý klíč s integrovaným pohotovostním klíčem [2]



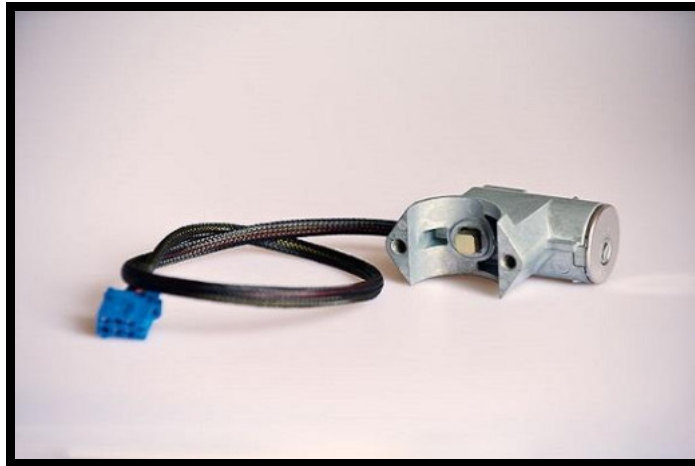
Obr. 1.2 Sklopný klíč s dálkovým ovládáním [2]



Obr. 1.3 Plastový pohotovostní klíč [2]

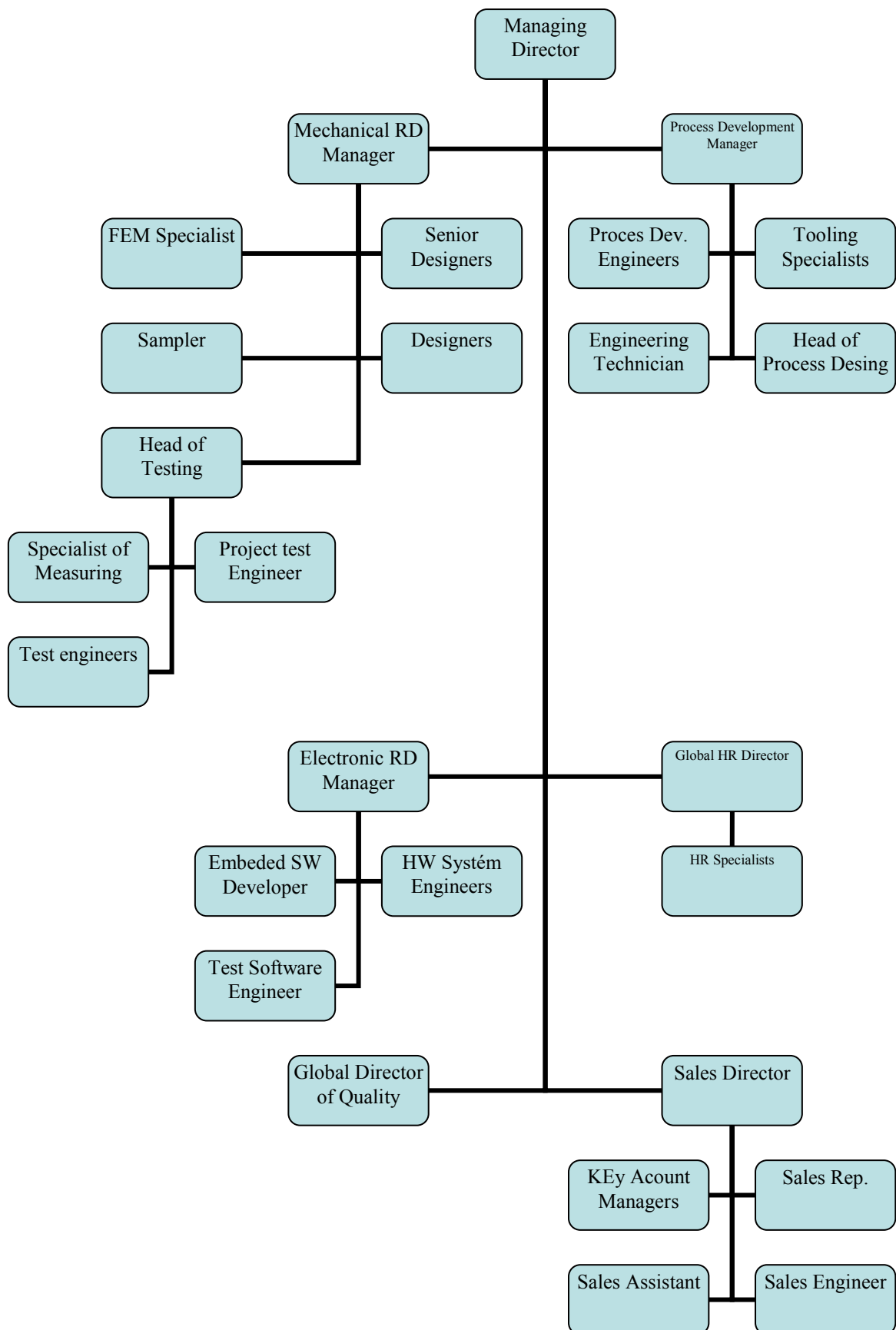


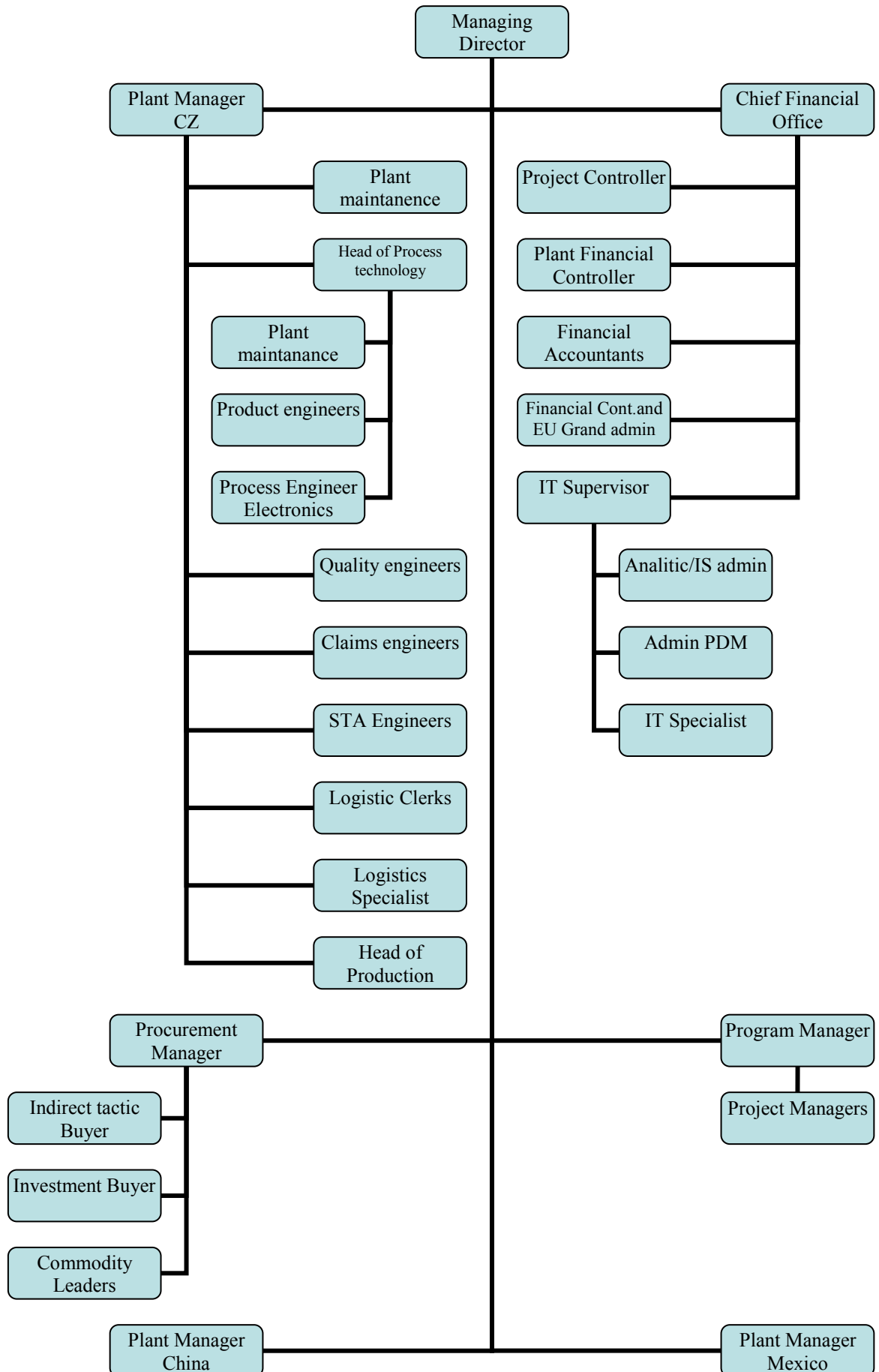
Obr. 1.4 Cylindrické dveřní vložky [2]



Obr. 1.5 Mechanický uzávěr řízení [2]

1.4 Organizační struktura





2 SYSTÉMY PRO ŘÍZENÍ ZKUŠEBNÍ LABORATOŘE

Systém řízení lze obecně vyjádřit jako soubor vzájemně na sobě závislých principů a pravidel, která nám pomáhají řešit mnoho problémů najednou. To vede k dosažení cílů, které jsou na počátku stanoveny.

Mezi stávající systémy řízení zkušební laboratoře patří:

- Metoda 5S
- Vytváření dokumentů pro řízení dle PPAP – FMEA, DVP (Desing validation plan) a Kontrolní systémy pro kontrolu dílů v sériové výrobě
- Zpráva informací v systému PDM (Team Center)
- Provádění testů dle technických norem

2.1 Metoda 5S

Čistota a standardizace. To jsou důvody zavedení metody 5S, která vede ke zvýšení efektivity, bezpečnosti a také ke snížení množství odpadu, což vede ke snížení environmentálního dopadu. [3]

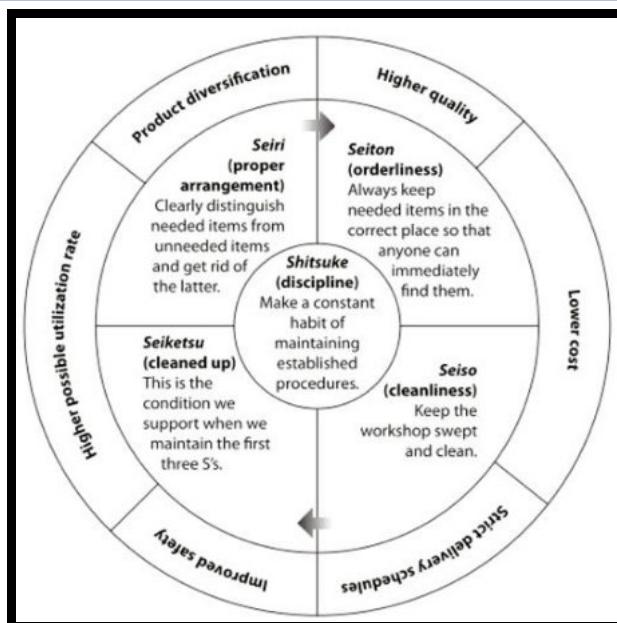
Hlavní nástroj metody 5S slouží k vytvoření vizuálního pracoviště, které má zkrátit čas hledání vzorků, přípravků a jiných pomůcek. V podniku, kde není zaveden systém 5S, může být čas strávený hledáním až 30% z pracovní doby. Proto se metoda 5S spojuje se zvýšením produktivity.

Pracoviště nově vytvořené podle standartu 5S by mělo být přehledné, čisté, bezpečné a standardizované. Pro udržení standartu je důležité, aby úklid neprobíhal pouze na konci pracovní doby, ale kontinuálně a vždy po provedení určité činnosti (např. provedení zkoušky).

Metoda 5S je postavena na pěti pilířích, které se dají formulovat jako třídění, nastavení pořádku, lesk, standardizaci a zachování.

Možné výsledky používání metody 5S:

- Uklizená a čistá laboratoř vytváří méně poruch – zkušební zařízení jsou méně náchylná na poruchy.
- Uklizená a čistá laboratoř dosahuje vyšší produktivity – čas strávený hledáním je menší.
- Uklizená a čistá laboratoř nemá problémy s plněním stanovených termínů.
- Uklizená a čistá laboratoř je charakteristická svou bezpečností [4].



Obr. 2.1 Pět pilířů [5]

2.1.1 Historie metody 5S

Metoda 5S vznikla již 16. století v italských Benátkách při stavbě lodí. Díky optimalizaci výroby byli schopni postavit loď za několik hodin. Pokud bychom chtěli porovnávat, musíme si uvědomit, že konkurenci trvala stavba lodi několik týdnů. Příčinou této rychlosti bylo, že řemeslníci měli potřebný materiál již připravený a uspořádaný. Dodržovali i předem stanovený postup. Jejich nástroje, měřidla a přípravky také měly přesně daná místa uložení.

Metoda 5S v dnešní podobě byla vytvořena ve společnosti Toyota jako součást Toyota Production System. Autorem byl Taichi Ono, který pracoval v Japonské firmě Toyota. Zavedl jej po 2. světové válce jako východisko z krize. Posléze byla tato metoda zavedena dále do USA a do Evropy.

Původní metoda se skládala ze čtyř činností. Tyto aktivity začínaly na písmeno S:

1. Seiri (uklizení)
2. Seiton (uspořádání)
3. Seiso (čištění)
4. Seiketsu (systematické uklizení)

Posléze byla přidána pátá činnost:

5. Shitsuke (disciplína)

Touto pátou činností se dokončily prvky 5S tak jak je známe dnes. [6]

2.1.2 Seiri – Separovat (vytřídit)

Na pracovišti by se měly vyskytovat pouze předměty a položky, které jsou aktuálně zapotřebí. Jestliže dojde k nahromadění položek, dochází k plýtvání prostorem, časem a také kapacit. [7]

Jestliže není první fáze metody 5S dobře aplikována do zkušebny, dochází k tomu, že

1. se ve zkušebně těžko pracuje z důvodu zaplnění prostoru,
2. se ztrácí čas hledáním předmětů,
3. je těžké udržovat potřebné zkušební stroje.

Pracovníkům nesmí být líto odstranit nepotřebné předměty. Musíme jim vysvětlit, že vytříděné a odstraněné předměty nejen nebudou chybět v provádění práce, ale dokonce povedou k jejímu zefektivnění.

Jednotlivé položky je nutné rozdělit na

- položky, které musí být na pracovišti,
- položky, které mohou být odstraněné z pracoviště,
- položky, které musí odstraněné z pracoviště.

Jednotlivé nástroje a přípravky by měly být na pracovišti tříděny dle intenzity jejich používání.

Ke třídění můžeme využít i Paretovu klasifikaci položek:

- Denní používání
- Týdenní nebo měsíční
- Výjimečné používání [8]

Díky těmto poznatkům můžeme určit skladovací prostory předmětů.

Tab. 2.1.1 Určení umístění dle frekvence používání [8]

Priorita	Četnost použití	Skladování
Nízká	méně než jednou za rok	odstranit
	několikrát za rok	vzdálený sklad
Střední	jednou za 2-6 měsíců	na dílně
	jednou za měsíc	blízko místa použití
	jednou za týden	v dohledu
Vysoká	jednou za den	na pracovišti
	jednou za hodinu	na stole

2.1.3 Seiton – Systematizovat

Tato činnost se vyznačuje vhodným označením a umístěním nástrojů na pracoviště. Důležité je umístit nástroje tak, aby každý mohl lehce použít požadovaný nástroj a posléze ho vrátit na určené místo. [7]

Neméně důležité je předměty organizovat dle potřeby a také je řádně označit. To má za následek snížení času na jejich hledání. Tato činnost má také své uplatnění v metodě SMED, která je určena pro přeměnu aktuálního výrobního procesu pro aktuální výrobek na výrobek nový a tím na nový výrobní proces.

Tato činnost se bohužel podceňuje. Následky jejího nepoužívání mohou být

- špatná informovanost o poloze předmětů,
- dlouhá doba strávená jejich hledáním,
- možný vznik zranění v důsledku nepořádku. [7]

Proto je třeba udělat

- analýzu umístění předmětů,
- vhodnou vizualizaci,
- vše přenést do layoutu pracoviště,
- mapy přístupových cest,
- přidělit adresy k jednotlivým pracovištím,

- označit směr toku materiálu. [7]

Každý nástroj musí být důkladně analyzován s ohledem na jeho využití a na četnost tohoto využití. Z této analýzy posléze vyplyne místo, které bude určeno pro tento nástroj. Místo musí být lehce identifikovatelné a označené. [8]

2.1.4 Seiso – Stále čistit

Důsledkem nečistoty na pracovišti je

- ztráta důvěry zákazníků,
- navýšení pravděpodobnosti zranění,
- možnost nárůstu vzniku zmetků, chyb,
- navýšení náchylnosti špinavých strojů k poruchám.

U tohoto kroku je důležité určit, co, jak a kdy se bude čistit. Také je důležité vytipovat čisticí prostředky, které se budou používat. [7]

Cílem tohoto pilíře by mělo být nastavení každodenního úklidu a oproštění od zaběhnutých zvyků uklízet pouze párkrát za rok. Výsledkem bude uklizené pracoviště bez prachu a špíny. [4]

Zodpovědnost za uklízení a udržení pořádku je třeba předat jednotlivým pracovníkům nebo celé skupině pracovníků. Každá takto pověřená osoba by se na své pracoviště měla dívat očima zákazníka a udržovat ho čisté. [8]

2.1.5 Seiketsu – Standardizovat

Standardizace je výsledek propojení prvních tří pilířů metody 5S. Cílem je vytvoření standartu pracoviště, v kterém je jasně specifikováno, co, kdy, kdo a proč bude čistit nebo kontrolovat.

Jestliže není standardizace dobře zavedena, může docházet k následujícím potížím:

- Vytvořené pořádky se vytrácejí a vše se vrací do starých kolejí.
- Součástky, které nejsou potřebné, se na konci dne hromadí u zařízení.
- Špony a nepořádek musí být zametány, protože padají na podlahu.

Standart čistého pracoviště je dokument, který musí obsahovat:

- Záhlaví
- Vizualní podpory
- Standart čištění
- Zápatí

Tento dokument musí být zaveden na každém pracovišti, na kterém je zavedeno 5S. Standart čistého pracoviště obsahuje všechny informace, které pracovníci potřebují.

2.1.6 Shitsuke – Sebedisciplinovanost

Tento poslední krok spočívá v dodržování prvních čtyř fází metody 5S. To však není lehké. Nejlepším nástrojem pro dodržování standartu je komunikace a také školení 5S. [9]

Pro udržení standartu 5S jsou k dispozici

- pravidelné audity
- doplňující školení
- jednobodové lekce
- vizuální standardy. [7]

Poslední pilíř slouží k vytvoření návyků k řádnému dodržování a udržení správných procedur metody 4S. Špatné návyky by se měly eliminovat a dobré by měly přetrvat. Hlavním cílem je udržení standartního stavu i po dokončení projektu zavedení 5S.

Kontroly lze provádět

- kontrolou pracovníků mezi sebou,
- kontrolou za pomoci kontrolní karty,
- kontrolou mezi směny,
- vykonáváním pravidelných auditů nezávislými pracovníky firmy.

2.1.7 Cíl metody 5S

Cíle metody 5S jsou

- změnit způsob, jakým se zaměstnanci chovají k pracovišti a strojům,

- vytvořit pracoviště, které je disciplinované a organizované,
- zaujmout a pozitivně ovlivnit zákazníka,
- vytvářet spolehlivou a bezpečnou společnost. [10]

2.2 PPAP – Proces schvalování dílů do sériové výroby

Proces, který vede po předložení požadovaných dokumentů ke schválení dílů do sériové výroby, je označován z anglického production Part Approval Process PPAP. Tento proces je pouze jednou z částí širšího procesu APQP, jenž se dá volně přeložit jako pokročilé plánování kvality produktu. [11]

Výstupem PPAP je soubor dokumentů, který je předán zákazníkovi. Tyto dokumenty mají reprezentovat připravenost firmy dodávat díly v požadované kvalitě v sériové výrobě. V příručce vydané v roce 2006 pro PPAP jsou považovány za nezbytné tyto položky: [11]

1.	Konstrukční dokumentace	Design Record
2.	Dokumenty o technických změnách	Engineering Change Documents
3.	Technické schválení zákazníkem	Customer Engineering approval
4.	FMEA návrhu	Design FMEA
5.	Vývojový diagram procesu výroby	Process Flow Diagram
6.	FMEA procesu	Process FMEA
7.	DVP	Design Validation Plan
8.	Kontrolní plán	Control Plan
9.	Analýza systému měření	Measurement System Analysis Studies
10.	Rozměrové protokoly	Dimensional Results
11.	Výsledky zkoušek materiálu	Material, Performance Test Results
12.	Počáteční studie způsobilosti procesu	Initial Process Studies
13.	Dokumentace o kvalifikaci laboratoře	Qualified Laboratory Documentation
14.	Schválení vzhledu	Appearance Approval Report
15.	Vzorek produktu	Sample Product

16.	Referenční vzorek	Master Sample
17.	Seznam kontrolních prostředků	Checking Aids
18.	Prohlášení o shodě se specifickými požadavky zákazníka	Records of Compliance with Customer-Specific Requirements
19.	Průvodka předložení dílu	Part Submission Warrant

2.3 FMEA

2.3.1 FMEA – popis

FMEA z anglického „Fault Mode and Effects Analysis“ je metoda pro rozbor poruchových stavů, a to nejen ve fázi produktu, ale i při jejich vývoji. Metoda se převážně používá pro složitější výrobky a procesy. U FMEA se nejen hodnotí rizika a výskyt poruch, ale i vlivy těchto poruch na funkce jiných součástí. Přitom se může jednat o celé řetězce, které vedou k odhalení prvotní příčiny. Jak designová, tak i procesní FMEA se orientuje na návrh.

Designová FMEA je výtvar designového inženýra a týmu, který zodpovídá za tvorbu dokumentu. Do tohoto dokumentu se zahrne analýza jak celé součásti, tak i jednotlivých komponent, přičemž se zohledňují i již získané zkušenosti z předešlých výrobků.

Procesní FMEA je soubor poznatků technologa a také řešitelského týmu. Zde se řeší průběh výroby součástí a možné problémy při montáži. Přihlíží se také k problémům při výrobě u minulých výrobků a počítá se s nimi při tvorbě dokumentu.

FMEA neanalyzuje jen možné vznikly chyb, ale i jejich důsledky v časném stadiu procesu vývoje či výroby. To bude mít za následek včasné zvýšení jakosti.

2.3.2 Hodnotící kritéria

Před tvorbou první FMEA analýzy se musí zavést ve společnosti dokument, podle kterého bude FMEA vytvářena. Součástí budou i hodnotící parametry-škály.

V první tabulce je zapsán důsledek vady na bezpečnost či funkci vyráběné součásti. Hodnotící škála má rozsah 1-10. Tím se určuje, jak veliký dopad má vada na výrobek. Hodnota 1 reprezentuje velmi malé riziko na funkci výrobku, nebo dokonce to, že vada nemá žádný vliv na funkci součásti. Oproti tomu hodnota 10 poukazuje na velmi vážný funkční problém, nebo na naprostou nefunkčnost součásti.

Tato hodnota se také používá v případě, že může dojít ke zranění nebo usmrcení osoby.

Tab. 2.3.1 – Hodnotící tabulka významu vady.

Následek vady	Význam vady	Hodnocení
Nebezpečný	Ovlivňuje bezpečnost výrobku či dodržování zákonných požadavků.	10-9
Velmi vážný	Nefunkční výrobek či snížená výkonnost výrobku, zákazník je nespokojený.	8
Vážný	Funkční výrobek se sníženou výkonností. Zákazník je nespokojen.	7
Střední	Funkční výrobek, který má nefunkční určitou část.	6
Nízký	Funkční výrobek, ale zákazník pociťuje nepohodlnost.	5
Velmi nízký	Ozdobné prvky neodpovídají, vadu zákazník pozná.	4
Malý	Chybu zákazník nepociťuje, prvky tlumící nebo ozdobné nefungují.	3
Velmi malý	Vadu zaznamená jen náročný zákazník.	2
Žádný	Vada nemá žádný následek.	1

Jako další je tu stanovena stupnice pro pravděpodobnost výskytu vady.

Tab. 2.3.2 – Hodnotící tabulka pravděpodobnosti výskytu.

Následek vady	Možný výskyt	Hodnocení
Velmi vysoká: vada je téměř nevyhnutelná	1-2 ze 2	10
	1 ze 3	9
Vysoká: opakované vady	1 z 8	8
	1 z 20	7
Střední: občasné vady	1 z 80	6
	1 ze 400	5
	1 z 2 000	4
Nízké: relativně málo vad	1 z 15 000	3
	1 ze 150 000	2
Vzdálená: vada je nepravděpodobná	Méně než 1 z 1 500 000	1

Poslední tabulka reprezentuje škálu pravděpodobnosti odhalení.

Tab. 2.3.3 – Hodnotící tabulka pravděpodobnosti odhalení.

Detekce	Pravděpodobnost odhalení vady	Hodnocení
Absolutně nemožná	Odhalení možné příčiny vady ani následovné vady není možné, nebo se posuzování neprovádí.	10
Velmi vzdálená	Velmi vzdálená možnost, že posuzování výrobku odhalí možnou příčinu vady nebo následnou vadu.	9
Vzdálená	Vzdálená možnost, že posuzování výrobku odhalí možnou příčinu vady nebo následnou vadu.	8
Velmi malá	Velmi malá možnost, že posuzování výrobku odhalí možnou příčinu vady nebo následnou vadu.	7

Malá	Malá možnost, že posuzování výrobku odhalí možnou příčinu vady nebo následnou vadu.	6
Průměrná	Průměrná možnost, že posuzování výrobku odhalí možnou příčinu vady nebo následnou vadu.	5
Mírně nadprůměrná	Mírně nadprůměrná možnost, že posuzování výrobku odhalí možnou příčinu vady nebo následnou vadu.	4
Vysoká	Vysoká možnost, že posuzování výrobku odhalí možnou příčinu vady nebo následnou vadu.	3
Velmi vysoká	Velmi vysoká možnost, že posuzování výrobku odhalí možnou příčinu vady nebo následnou vadu.	2
Téměř jistá	Posuzování výrobku téměř jistě odhalí možnou příčinu vady nebo následnou vadu.	1

2.3.3 Formulář pro analýzu procesu FMEA

Tento formulář slouží k usnadnění procesu analýzy FMEA. Slouží pro přehledné zapisování možných závad a možných důsledků těchto závad. Dokument FMEA je vytvářen

- před nebo v době proveditelnosti,
- v době před vybavením nástroji pro výrobu,
- v případě, že počítáme se všemi vstupními částmi výrobku a měníme je na hotovou součást či dílčí sestavu.

V příloze 1. můžete vidět nevyplněný FMEA dokument, který je používán ve firmě ALPHA Vehicle Security Solution.

Popis jednotlivých částí dokumentu FMEA.

1. Souprava/sada

Zkratka, která označuje, v jakých projektech se tato FMEA objevuje.

2. Číslo FMEA

Určující číslo dokumentu FMEA především slouží pro jeho sledování či další archivaci.

3. Zámek/příslušenství

Označuje systém, který použít v zámkové sadě (BASIC, MID a HIGH)

4. Součást

Uvádí se v případě, že se řeší pouze jednotlivá část z celkového výrobku.

5. Poznámka

6. Číslo výkresu

Jedná se o zákaznické číslo výkresu či výkresů. Zákaznický výkres je jeden ze zadávajících dokumentů od zákazníka při tvorbě nového výrobku.

7. Název

Zde je název součásti, pro kterou je analýza FMEA tvořena.

8. Odpovědnost za návrh, řešitel

V naší firmě mají DFMEA na starosti Konstrukteři. Konstruktor, který má na starost vývoj designu určité součásti má i na starosti vytvoření analýzy FMEA. Zde je proto jméno a příjmení konstruktéra.

9. Odpovědnost za FMEA, vedoucí týmu

FMEA analýzy vytvořené konstruktéři schvaluje vedoucí R&D. Proto každá FMEA musí být podepsaná tímto člověkem.

10. Zapsal

Osoba, která zapsala poslední upravené informace.

11. Použití

Určuje, v kterých projektech je analýza FMEA použita.

12. Datum zpracování originálu

Datum prvotního vydání FMEA analýzy.

13. Revize

Číslo a datum poslední revize a jméno osoby, která je za revizi odpovědná.

14. Řešitelský tým

Jména všech osob, která se účastnila na tvorbě dokumentu FMEA.

15. Číslo řádku

Číslo řádku analýzy FMEA. Toto číslo slouží k dalšímu provázání řádku FMEA s dalšími dokumenty (například DVP).

16. Prvek

Jedná se o název vlastností, funkce či součásti, které jsou požadovány na výrobku. Tým musí v každého prvku přezkoumat možnosti vzniku vad a poruch. V zásadě se uvádí co nejstručnější popis funkce (DFMEA) či procesu (PFMEA).

17. Možný projev poruchy

V této části se přesně definuje, co by mohlo nastat za vadu a jaký by byl projev této vady. Při tvorbě analýzy FMEA se uvažuje situace, kdy nám dodavatel dodává součástky bez vad. Jestliže však předešlá výroba obdobné součásti poukázala na nedostatky, je možné je zde uvést. Každý z řešitelského týmu by si měl položit následující otázku:

- Jak může součást nesplnit požadavky?
- Co by zákazník považoval za projev vady? (Bez ohledu na specifikaci.)

Zpracovávají se informace a poznatky z podobných procesů a výrobků z minulých analýz s ohledem na aktuální požadavky zákazníka. Typické poruchy v DFMEA jsou nefunkčnost součásti, nadměrné opotřebení a následná destrukce či zhoršená ovladatelnost součásti.

18. Možný důsledek poruchy

Jsou definovány a popsány jako závady, jenž může zákazník pozorovat či vnímat. Zde se musí jasně definovat, zda závada či vada může mít vliv na bezpečnost nebo přímo ohrožovat život zákazníka. Důsledky pro zákazníka se musí popsat jako: zvýšené ovládací síly, rušivé zvuky, nefunkční některá součást či nesplnění požadavku zákazníka.

19. Vážnost

V předchozí kapitole bylo hodnotící kritérium nazvané jako význam vady. Píše se zde číslo od 1-10 dle hodnocení popsané v tabulce 2.3.1.

20. Zvláštní charakteristika

Tento sloupec slouží k předepsání speciálních symbolů k zdůraznění závady s vysokou prioritou pro technické vyhodnocení. Speciální charakteristiky musí být přeneseny do další dokumentace, například do výkresu, který se zadává dodavateli. Většinou je tato charakteristika doplněna zkouškou, která má testovat splnění požadovaného parametru.

21. Možná příčina vady

Nalézají se možné příčiny vzniku dané vady. Vychází se ze zkušeností z předešlých projektů. Jako možné příčiny jsou možná: poddimenzovaná součást, vyšší porozita zinkových dílů, nepředepsaná povrchová úprava na výkrese či špatně navržený díl.

22. Výskyt

Výskyt, jenž byl popsán v předchozí kapitole v tab. 2.3.2, reprezentuje pravděpodobnost výskytu vady díky dané příčině. Je hodnocena v bodovém rozsahu 1-10 bodů. Řešitelský tým by se měl dohodnout na bodovém hodnocení a následně ho zaznamenat ve FMEA.

23. Stávající způsoby řízení návrhu

Zapisují se dosavadní způsoby, jakými je zabezpečeno vyřešení daného problému. Můžeme zde použít prevenci – předcházení výskytu příčiny závady, např. pomocí předešlých zkušeností či pevnostních analýz v době návrhu. Jako další nástroj je detekce či odhalení – to reprezentují např. zkoušky. V době návrhu jsou nejdůležitější prevence, na které ale musí po zhotovení prototypů (nebo součástí ze sériového nástroje) navazovat testování.

24. Odhalitelnost

Je to relativní známka nabývající hodnotu 1-10. Způsob výběru této hodnoty je zaznamenán v tab. 2.3.3. U tohoto hodnocení se také počítá s předešlými zkušenostmi, ale také s ohledem na požadavky zákazníka.

25. Ukazatel rizika

Tento člen nám ukazuje vážnost řešeného řádku. Spočítá se jako součin závažnosti, výskytu a odhalitelnosti. Může teoreticky nabývat hodnot od 1 až do 1000. Kritérium, kterému se musí řešitelský tým dále zabývat, je kritérium, jehož ukazatel rizika je vyšší než 96.

26. Doporučená opatření

Jedná se o přezkoumání stávajícího řízení z důvodu vysokého ukazatele rizika. Jeli však v tomto řádku zvláštní charakteristika, musí se řešitelský tým tímto řádkem zabývat a musí být nastaveno doporučené opatření. Doporučené opatření mají za následek přebodování a následné snížení nového ukazatele rizika. Snížení bodování může dojít v případě přidání nové prevence či detekce.

27. Odpovědnost/termín realizace

Za doporučené opatření musí být zapsána odpovědná osoba za provedení dodatečné úpravy a také zde musí být datum, kdy bude toto opatření dokončeno.

28. Provedená opatření

Zapíše se výsledky a přesný datum, kdy bylo opatření provedeno či hotovo.

29. Hodnotící kritéria

Znovu je oboduje daný řádek s ohledem na zavedené nápravné opatření.

30. Ukazatel rizika

Tento člen nám ukazuje vážnost řešeného řádku. Spočítá se jako součin z nových hodnotících kritérií. Neměl by přesáhnout číslo 96, jelikož by muselo následovat další nápravné opatření.

2.4 DVP - Design Validation Plan

DVP neboli „validační plán“ je dokument, který slouží k ověření návrhu a je v něm obsažen soupis požadovaných testů, které se mají na novém výrobku provést. Tyto testy vyplývají z požadavků zákazníka, ale i z analýzy rizik FMEA či dlouhodobých zkušeností. Ve formuláři DVP musí být popsáno, jak se dané testy mají provádět, nebo v něm musí být napsána norma, dle které se daný test provádí. Dále jsou v dokumentu obsaženy kritéria přijatelnosti testu a také výsledky testů. [13]

Jeden z důvodů, proč firmy testují své výrobky, je, že chce zůstat v dnešní době konkurenceschopná. Proto při zavedení nového výrobku musí být kladen důraz na správné testování z důvodu předcházení problémů při sériové výrobě. Tyto problémy nemusejí vznikat přímo při výrobě, ale v důsledku dlouhodobějšího užívání výrobku v rámci běžného používání. Tím by následně vznikly reklamace, které by přinesly dodatečné náklady a v nejhorším případě by mohla situace přinést stažení již prodaných výrobků od široké veřejnosti a následné ukončení výroby. [13]

Dalším důvodem testování může být významná změna z procesu výroby, a to jak změna dodavatele, tak i například změna materiálu.

Výstupem testování dle DVP může být schválení testovaného návrhu nebo procesu, dle zadaných požadavků. Oproti tomu se ale mohou při testování odhalit chyby, které mohou vyvolat změny v návrhu či procesu. Tyto změny způsobí spuštění nového testování. [13]

Formulář DVP s popisem jednotlivých pozic najdeme v příloze č. 2. (krycí list DVP). Jednotlivé pozice jsou očíslovány a následně níže popsány.

1. Název DVP – obsahuje název (krycí list nebo název stádia výrobku).
2. Číslo dílu – interní číslo dílu z výkresu od R&D
3. Název výrobku
4. Číslo sestavy – Je to číslo výkresu součásti (sestavy) od zákazníka.
5. Datum prvotního vytvoření tohoto DVP
6. Verze dokumentu – při revizi dokumentu musí být změna.
7. Datum úpravy – datum, kdy byla vydána první verze tohoto dokumentu, nebo kdy byla provedena revize.
8. Zodpovědná osoba za plán zkoušek a reporty – za data zapsaná do DVP zodpovídá vedoucí Zkušební laboratoře. Proto po tvorbě DVP musí vedoucí zkušebny provést kontrolu.
9. Schválil – schvalovatel je konstruktér zodpovědný za návrh, vedoucí vedoucího zkušebny a další člověk z top managementu.
10. Tým – do týmu patří projektový zkušební technik, vedoucí zkušebny a konstruktér, který zodpovídá za návrh.
11. Zákazník – firma, která si objednala vývoj a výrobu součásti.
12. Dodavatel – dodavatelem je naše firma ALPHA.
13. Číslo Lastenheftu – zákazníkovo číslo. Lastenheft (dále jen LAH) je jedna ze zadávající dokumentace zákazníka.
14. Vydání LAH – datum, kdy byl LAH vydán.
15. Verze LAH
16. Kontakt na zákazníka – kontakt, který slouží pro konzultaci DVP.

17. Zapsal – zde je zapsáno jméno zhotovitele. Je to projektový zkušební technik nebo vedoucí laboratoře.
18. Typ testu – název testu. Koresponduje s názvem testů, které jsou uvedeny v LAH, na výkrese či v jiných specifikacích a normách.
19. Testováno na – zkoušky se provádí na hotové součásti jako celku, nebo na jednotlivých komponentech.
20. Popis testu – V DVP je krátký popis testu s nejdůležitějšími informacemi jako např. teplotní rozsah, max. povolené síly či momenty či počty cyklů při testu životnosti.
21. Kritéria splnitelnosti – kritéria, při kterých můžeme vyhodnotit test s výsledkem „Vyhovující“.
22. Laboratoř – zkoušky jsou prováděny v naší interní laboratoři, nebo v externích laboratořích. Externí laboratoře využíváme z důvodu nedostatku kapacity či potřeby zařízení, které není v laboratoři.
23. Zdroj – zapisují se zadávací dokumentace zákazníka (výkresy či LAH) nebo jiné normy.
24. Cíl – zpravidla je to splnění testu.
25. Selhání – kritérium, po kterém je test vyhodnocen s výsledkem „Nevyhovující“.
26. Odpovědnost – Zpravidla je za testy zodpovědný vedoucí laboratoře s výjimkou měření. To má na starosti měrový specialista.
27. Množství testovaných vzorků – počet vzorků, který musí být otestován při daném testu.
28. Bude testováno na – určuje, na kterých stupních vývoje výrobku bude testování provedeno.

2.5 Kontrolní systémy pro kontrolu dílů v sériové výrobě

Díly, které byly uvolněny do sériové výroby na základě předložení uceleného PPAP, musí být dále kontrolovány. Tyto kontroly jsou již zahrnuty a předem nastaveny v předkládané dokumentaci PPAP. Kontrola musí být zaměřena na kontrolu dodržování materiálových vlastností a rozměrů dílů od externích dodavatelů.

Dále ale musí být prováděna i kontrola našeho procesu. Ta obsahuje např. kontrolu finálních výrobků či kontrolu balení.

Zkušební laboratoř má za úkol provádět kontroly:

- Audit balení
- Rekvalifikační zkoušky
- Speciální požadavky a D parametry
- Kontrola porozity součástí

2.5.1 Audit balení

Při auditu balení se kontrola provádí v expedičním skladu, kde se kontrolují výrobky připravené k odeslání zákazníkovi. Z důvodu zvýšené kontroly procesu balení se tento audit provádí jednou za rok.

Při auditu balení se auditor zaměřuje na čistotu balení, kompletnost sad a zda mají sady osvědčení o kvalitě. Sada se skládá z různých komponentů dle požadavku zákazníka. Může to být dveřní vložka společně s vložkou uzávěru řízení a klíčem, ale i mnoho dalších kombinací. Tyto kombinace jsou dány rozdílnými indexy na konci zákaznického čísla výrobku. [14]

Dále se kontroluje, zda jsou komponenty v sadě smontovány ze správných dílů. Tato záměna by neměla být možná, jelikož všechny výrobky prochází 100% kontrolou na konci výrobní linky těsně před balením, avšak z důvodu snížení rizik byla nastavena dodatečná kontrola – Audit balení. [14]

Jako poslední kontrola, která se provádí v Auditě balení, je zda ovládací síly na dveřní vložku a vložku spínací skříňky jsou v zadaných tolerancích. Tato kontrola se již neprovádí v expedičním skladu, kde jsou výrobky zabaleny, ale provádí se na konci výrobní linky daného výrobku. [14]

Tyto kontroly se zaznamenávají do protokolu Audit balení, který je připravený pro každý nový výrobek.

V případě, že audit nalezne nějaké pochybení, musí být informace předána manažeru Quality či příslušnému oddělení.

2.5.2 Rekvalifikační zkoušky

Na rozdíl od Auditů balení se Rekvalifikační zkoušky provádí pouze jednou za tři roky. Tato kontrola má podrobněji analyzovat, zda se v průběhu života výrobku nezměnil proces jejich výroby či montáže.

Z těchto důvodů se vytvoří výběr zkoušek z DVP. Tyto zkoušky např. u zinkových dílů musí zahrnovat zkoušku korozní odolnosti v korozní komoře (testuje se pomocí slaného roztoku o koncentraci 5%, ten dopomůže k simulování celé životnosti součásti), odolnost vůči klimatickým změnám celého výrobku (např. zkouška PV 2005, kdy se teplota pohybuje od -40°C až do $+85^{\circ}\text{C}$) až po funkční a pevnostní testy.

Tyto testy jsou sepsány v podobném dokumentu, jako je Audit balení. V případě nalezení pochybení musí být stejně jako u Auditů balení podána informace příslušnému oddělení.

2.5.3 Speciální požadavky a D parametry

Tyto speciální požadavky vycházejí od zákazníka, který v průběhu naší výroby nebo od předešlých dodavatelů odhalil problémy v některých procesech či problémy s dodržení určitých parametrů. Proto je na tyto parametry dbán větší důraz. Perioda kontroly těchto parametrů se liší v důsledku požadavku zákazníka. Obvyklá je kontrola 2x či 1x za rok, ale může se objevit i kontrola čtvrtletně nebo kontrola s každou výrobní dávkou. Častější periodické kontroly mohou být nastaveny pouze na určité období, např. na počátku sériové výroby, k ujištění, že výrobní proces je stabilní.

Oproti tomu D parametry vycházejí z analýzy rizik FMEA. Jedná se o zvláštní charakteristiky, které jsou odhaleny a zaznamenány v době vývoje součásti. Periodu těchto kontrol nastavuje

- konstrukční oddělení výrobce,
- zákazník.

Obě tyto kontroly jsou zaznamenávány to dokumentu Protokol o zkoušce, do kterého se vkládají.

3 NÁVRHY NA ZVÝŠENÍ PRODUKTIVITY VE ZKUŠEBNÍ LABORATOŘI

V této kapitole jsou ukázány a rozebrány přístupy, které se používají v současném způsobu řízení zkušební laboratoře, a to s ohledem na layout zkušební laboratoře a nastavení a dodržování standardu 5S.

Dále s ohledem na zvýšení počtu prováděných zkoušek, nutnost vytvoření systému pro plánování kapacit, které jsou na tyto zkoušky nutné, a to jak kapacity strojní, tak i kapacity lidí. Tento systém plánování by mohl být i dále použit pro plánování kapacit měrového střediska, jehož Měroví specialisté jsou pod vedením vedoucího zkušební laboratoře.

V další části bych se rád zaměřil na návrh zakoupení nových testovacích přístrojů a strojů, které by snížily podíl nakupovaných externích testů, či návrh na zvýšení kapacity (nákupu nových strojů) u již prováděných testů. To by mohlo mít za přínos snížení počtu nedodržených termínů konce testování či navýšení kapacit na testování a možnost testovat více výrobků najednou.

3.1 Návrh nákupu zkušebních zařízení s teoretickým výpočtem návratnosti

Jak již bylo řečeno na začátku této kapitoly, zakoupení nových testovacích strojů by mělo za následek snížení nakupovaných externích testů, tedy i snížení nákladů na testování.

Další výhodou vlastnictví těchto nových zařízení je možnost provádění testů na vzorcích s nižším stádiem života výrobku (prototypy), nebo možnost provedení vibrační zkoušky po malých designových úpravách.

Nemalou výhodou by také byla flexibilita použití, kdy by test mohl začít v den dodání vzorků, a nezáleželo by na volných kapacitách externích zkušeben a ztraceném čase při přepravě vzorků přepravními společnostmi.

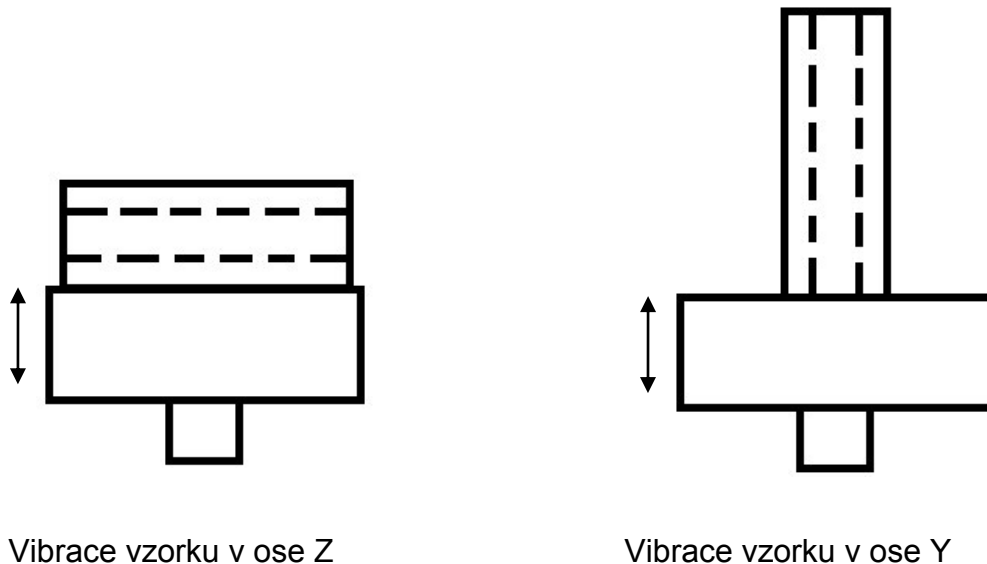
Stroje, které navrhuji zakoupit, je **vibrační zařízení s kluzným stolem, UV klimatická komora.**

3.1.1 Vibrační zařízení s kluzným stolem

Vibrační zařízení s kluzným stolem slouží k provádění vibračních a šokových zkoušek např. dle normy ISO 16750-3.

Pro tyto testy jsem vytypoval Vibrační zařízení (dále Shaker) od firmy IMV Corporation s označením i220. Toto zařízení je schopno provádět testy dle norem, které jsou požadovány od našich zákazníků a je dostačující pro použití na námi vyráběných produktech. Technické parametry a další informace můžete nalézt v příloze č. 4.

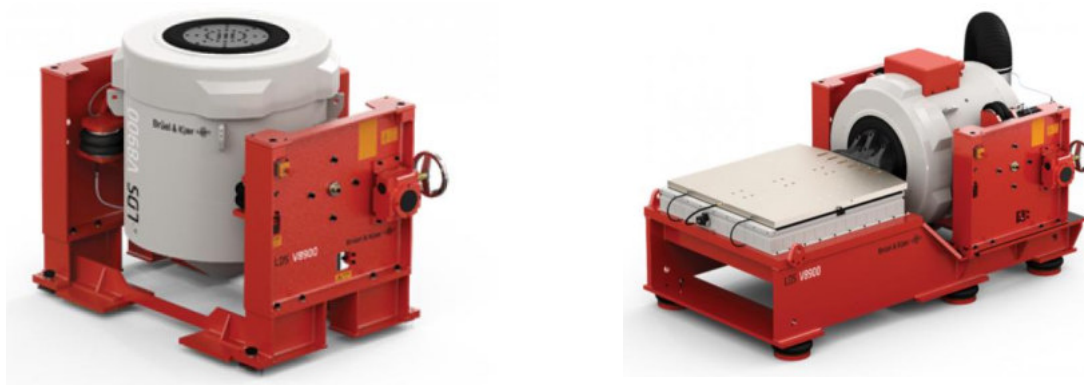
Dále existuje možnost zakoupit Shaker bez kluzného stolu a provádět vibrační zkoušky v ostatních osách pomocí rotace přípravku pro držení vzorků. Tuto variantu popisuje obr. 3.1. Směr vibrace je naznačen šipkami na obrázku.



Obr. 3.1 Polohování obrobku při změně testované osy

Jak vyplývá z obrázku 3.1, při používání pouze Shakeru není možné dodržet montážní polohu vzorku. Tato skutečnost by mohla mít za následek špatné provedení a následné vyhodnocení těchto testů. Proto navrhuji spolu se Shakerem zakoupit i kluzný stůl, který vibruje pouze ve vodorovném směru, na rozdíl od Shakeru, který samotný dokáže vibrovat pouze ve svislém směru.

Mnou navrhovaná soustava tedy dokáže vibrovat jak ve svislém směru za použití pouze Shakeru, tak i ve vodorovném směru spojením Shakeru a kluzného stolu. Soustava Shakeru a Shakeru s kluzným stolem je na obr. 3.2.



Shaker – směr vibrace pouze ve svislém směru

Shaker s kluzným stolem – směr vibrace pouze ve vodorovném směru

Obr. 3.2 Shaker a Shaker s kluzným stolem [15]

Pořízení tohoto zařízení je finančně velice náročná věc, kterou popisuje Tab. 3.1 Náklady na Vibrační zařízení s kluzným stolem. Zařízení, které jsem vytipoval, stojí od dodavatele JD Dvořák téměř 115 000€ (Příloha 3). Proto je běžným požadavkem firmy spočítat návratnost investice do tohoto zařízení (Tab. 3.2). Příjmem tohoto zařízení je minimalizace pořizování externích testů, či dokonce prodávání služeb firmám.

Tab. 3.1 Náklady na Vibrační zařízení s kluzným stolem

	Cena v české měně	Cena v EU měně
Pořizovací cena zařízení:	2 925 000 Kč	115 000 €
Cena speciálních stavebních úprav:	0 Kč	0 €
Cena IT neobsaženého v dodávce:	0 Kč	0 €
Cena přídatného zařízení:	0 Kč	0 €
Ostatní výdaje (kalibrace a každoroční údržba):	40 000 Kč	1 600 €
<u>Celková výše investice:</u>	<u>2 965 000 Kč</u>	<u>116 600 €</u>

V průběhu roku je prováděno mnoho vibračních zkoušek na nových výrobcích, které naše firma vyvíjí, ale je povinností provádět tyto testy i v rámci rekvalifikačních zkoušek. Průměrně je tedy provedeno 11 vibračních zkoušek, z čehož jedna vibrační zkouška v průměru stojí 92 000 Kč. V této ceně je zahrnut jak dlouhodobý vibrační

test, tak i šokový test. Tato celková částka za 11 testů je zahrnuta v Peněžním toku, jako peněžní prostředky, které byly ušetřeny. Počet a cena testů jsou brány s ohledem na zakázky provedené v minulosti, tudíž zde nejsou zahrnuty možné budoucí příležitosti firmy.

Jako další příjem do Peněžního toku je zahrnuto 50 000 Kč z provedených testů, které by byly prováděny pro jiné firmy.

Tab. 3.2 Teoretická finanční návratnost Vibračního zařízení s kluzným stolem

Rok	2019	2020	2021	2022	2023
Peněžní tok (A)	1 062 000 Kč	1 062 000 Kč	1 062 000 Kč	1 062 000 Kč	1 062 000 Kč
Investice a výdaje (B)	2 925 000 Kč	40 000 Kč	0 Kč	40 000 Kč	0 Kč
Rozdíl (A-B)	- 1 863 000 Kč	1 022 000 Kč	1 062 000 Kč	1 022 000 Kč	1 062 000 Kč
Akumulovaný rozdíl	- 1 863 000 Kč	- 841 000 Kč	221 000 Kč	1 203 000 Kč	2 265 000 Kč

Teoretická návratnost zařízení je **2,79** roku.

Jak je vidět z Tab. 3.2, pořízení tohoto zařízení je schopno v krátkém období ušetřit veliký obnos peněz i s dalšími přínosy, jako je flexibilita testování.

Jedna z možností pořízení tohoto zařízení je skrze fondy Evropské unie v rámci Operačního programu Podnikání a inovace. To by výrazně snížilo pořizovací náklady (cca o 25%), a tím také snížilo dobu návratnosti tohoto zařízení.

3.1.2 UV klimatická komora

Tyto zkoušky se provádějí dle normy jako je např. norma ISO 4293-2, která určuje druh testu, intenzitu UV záření a dobu expozice vzorku. Samozřejmě zde ale může být speciální požadavek zákazníka, který v normě nenajdete.

Testy se dělají primárně na plastové díly, jako jsou např. kliky, ale test může být zaměřen i na nátěry či laky povrchu součástí. Vyhodnocení se provádí se zaměřením na barevnou stálost a na povrchové vady, jako jsou např. praskliny či zvrásnění laku.

Komora, kterou jsem vybral (obr. 3.3), splňuje požadavky na provádění testů UV odolnosti v automobilovém průmyslu. Další parametry komory jsou v příloze 5. Testy se dělí na 2 základní druhy s ohledem na použité záření – UVA a UVB. Změna

záření je možná použitím univerzálního zdroje záření, který produkuje UVA i UVB, a při testu se zářením UVA použít skleněný filtr, který odfiltruje záření UVB.

Cena mnou vytipovaného zařízení Sun Event Test Cabinet SUN 340 (viz příloha 4) je 74 800 €.



Obr. 3.3 Klimatická UV komora

Tab. 3.3 Náklady na UV klimatickou komoru

	Cena v české měně	Cena v EU měně
Pořizovací cena zařízení:	1 900 000 Kč	74 800 €
Cena speciálních stavebních úprav:	0 Kč	0 €
Cena IT neobsaženého v dodávce:	0 Kč	0 €
Cena přídatného zařízení:	0 Kč	0 €
Ostatní výdaje (kalibrace, každoroční údržba a výměna lamp):	75 000 Kč	2 950 €
Celková výše investice:	<u>1 975 000 Kč</u>	<u>77 750 €</u>

Stejně jako u vibračních zkoušek jsou externí testy UV odolnosti vysoce nákladné, přičemž dlouhodobé testy stojí více než 50 000 Kč. Četnost provádění těchto testů

NÁVRHY NA ZVÝŠENÍ PRODUKTIVITY VE ZKUŠEBNÍ LABORATOŘI

v naší firmě je vysoká, a to z důvodu vybrání vhodného materiálu za co nejpříznivější cenu. Proto je zde počítáno s 20 testy za rok s průměrnou cenou 33 500 Kč. Tato částka v celkové výši 670 000 Kč je zahrnuta v Peněžním toku jako předmět ušetření kapitálu firmy.

Další příspěvek ve finančním toku je prodej této služby cizím firmám v hodnotě 25 000 Kč za rok.

Tab. 3.4 Teoretická finanční návratnost UV klimatické komory

Rok	2019	2020	2021	2022	2023
Peněžní tok (A)	695 000 Kč	695 000 Kč	695 000 Kč	695 000 Kč	695 000 Kč
Investice a výdaje (B)	1 900 000 Kč	75 000 Kč	0 Kč	75 000 Kč	0 Kč
Rozdíl (A-B)	- 1 205 000 Kč	620 000 Kč	695 000 Kč	620 000 Kč	695 000 Kč
Akumulovaný rozdíl	- 1 205 000 Kč	- 585 000 Kč	110 000 Kč	730 000 Kč	1 425 000 Kč

Teoretická návratnost zařízení je **2,84** roku.

Tímto teoretickým výpočtem bylo zjištěno, že nákupem tohoto zařízení v krátkém časovém horizontu lze ušetřit finanční prostředky na externí testování.

Podobně jako u předešlého zařízení lze nákup řešit skrze fondy Evropské unie v rámci Operačního programu Podnikání a inovace.

3.2 Dispoziční řešení Zkušební laboratoře a nastavení 5S standartu

Řešení dispozice umístění strojů je jednou z nejdůležitějších činností při tvorbě nového prostoru či jeho přestavbě. Špatně navržená dispozice může mít za následek ztíženou či dokonce nemožnou práci, potažmo testování.

3.2.1 Rozbor stávajícího stavu

Ve stávajícím provedení layoutu (rozpoložení strojů v prostoru zkušebny) jsou některé problémy řešeny poněkud nešťastně či nejsou řešeny vůbec. Je zde např. málo úložného prostoru pro přípravky, které se používají při testování životnosti, nebo nástavce, jež jsou použity při testování na siloměrném zařízení.

Na obrázku níže (obr. 3.4) můžete vidět skicu současného layoutu zkušební laboratoře. Jednotlivé stroje, zařízení a stoly jsou zaznačeny čtverci, které označují jejich umístění v prostoru. Dále tento čtverec obsahuje čísla, jenž v Tab. 3.1 popisují, o jaké zařízení či stůl se jedná.

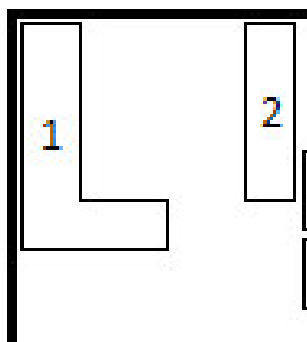


Obr. 3.4 Skica layoutu zkušebny – současný stav.

Tab. 3.1 Popis objektů ve zkušebně – současný stav

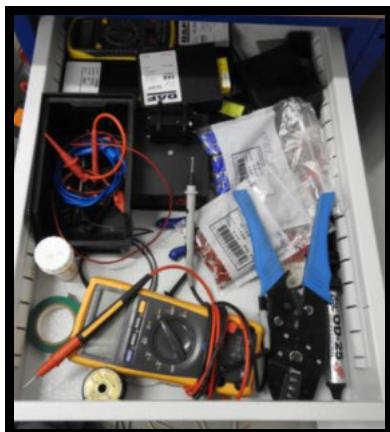
1 Pracovní stůl	9 Ponk
2 Skříň	10 Teplotní komora
3 Zařízení na test životnosti	11 Korozní komora
4 Klimatická komora - malá	12 Zařízení pro úpravu vody
5 Klimatická komora - velká	13 Profil projektor
6 Prachová komora	14 Zařízení pro přípravu vzorků pro vyhodnocení porozity
7 Zařízení pro testování voděodolnosti	15 Zkušební trhací stroj pro statické zkoušky
8 Výstavka produktů	16 Skříň s chemikáliemi

Na obr. 3.5 je výřez části prostoru zkušebny (levá horní část obr. 3.4), která je určena pro jednoduché elektrické testy a elektrická měření. Její součástí je antistatická podložka, na níž jsou testy prováděny. Dále to jsou různé elektro součástky např. piny, konektory a kabely, ale i kleště, pájka či laboratorní multimetr elektrických veličin.



Obr. 3.5 Výřez prostoru pro elektrické zkoušky

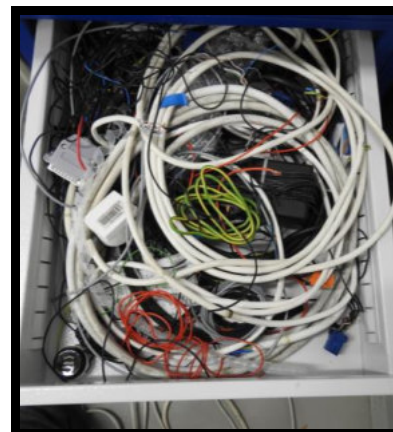
Nynější řešení skladování komponentů a náradí je řešeno pouze uskladněním v zásuvkách pracovního stolu či přímo na něm. Toto řešení je neefektivní a udržení nastaveného 5S standartu s tímto řešením je téměř nemožné. O tom je možné se přesvědčit na obrázku 3.6, na němž jsou vyfoceny tři zásuvky elektrikářského stolu.



Zásuvka stolu č. 1



Zásuvka stolu č. 2



Zásuvka stolu č. 3

Obr. 3.6 Zásuvky elektrického stolu

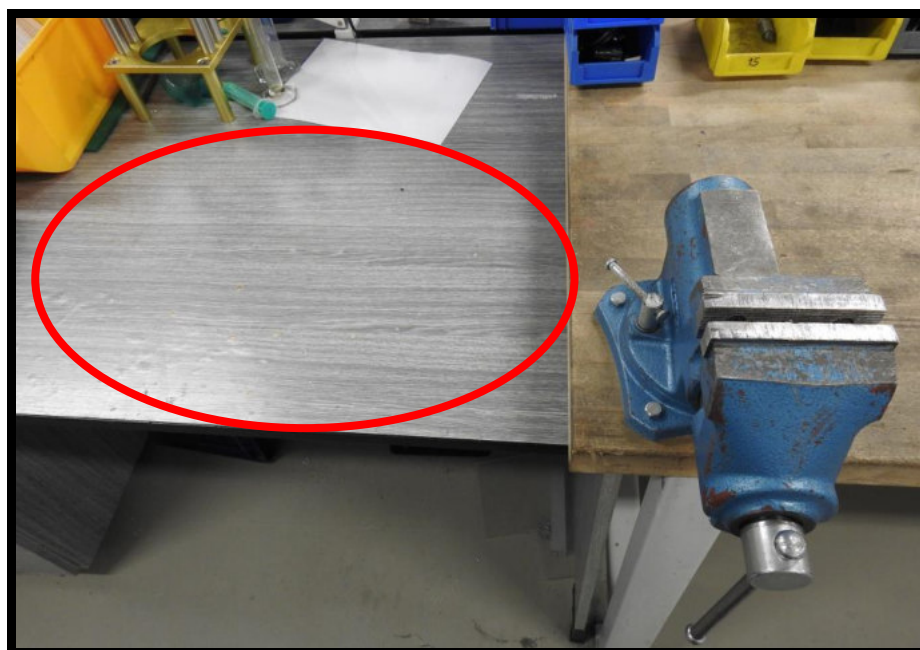
Je zde vidět snaha o roztřídění do zásuvek dle různých komponentů, ale bohužel toto řešení není dostatečně efektivní a v delší době používání způsobí opětovný vznik nepořádku a nedodržení 5S standartu. Dále není přesně definováno, kde má přístroj své místo, proto jeho špatné uložení či ztráta nemusí být ihned odhalena.

Také zde není zavedena evidence přípravků a vzorků po testování. To vede k neustálému hledání potřebných zdrojů před testováním a tím také prodloužení testování či nenalezení vzorků při případné pozdější analýze vzorků po požadavku např. z vývojové konstrukce.

Jako další významný problém je umístění ponků vedle pracovních stolů, kde se skladují vzorky či se na nich testy provádějí. Ponky v těsné blízkosti mohou způsobit kontaminaci vzorků třískami z vrtání na vrtačce, která je na ponku umístěna. Také je možná kontaminace třískami a prachem z řezání zinkových komponentů, které je nezbytné k přípravě vzorků pro testování porozity zinkových dílů. Nynější situace je znázorněna na obr. 3.6 a 3.7.



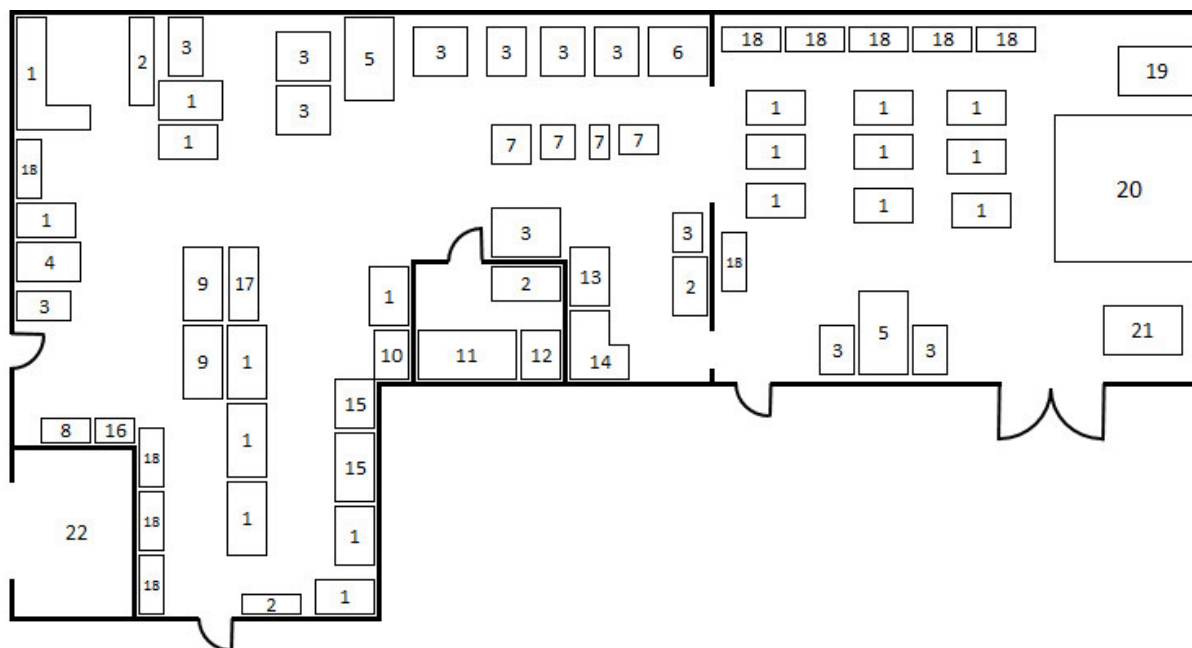
Obr. 3.6 Umístění vrtačky spolu s měřičem krouticího momentu a měřiči sil



Obr. 3.7 Umístění svěráku a prostoru pro ukládání vzorků během testování (červeně zvýrazněno)

3.2.2 Návrh nového stavu

Vzhledem k současnému stavu jsem navrhl zvětšení prostoru zkušební laboratoře. Zvětšení počítá s expanzí firmy, a proto je v tomto prostoru počítáno s prostorem pro usazení potřebných nových testovacích strojů či zařízení, které by snížilo podíl nakupovaných externích testů, jako jsou testy UV odolnosti a vibrační testy. Tento přistavěný prostor můžete vidět v pravé části obrázku 3.8.



Obr. 3.8 Skica layoutu zkušebny – nový stav s navrhovanou přístavbou.

Tab. 3.2 Popis objektů ve zkušebně – nový stav s navrhovanou přístavbou

1 Pracovní stůl	12 Zařízení pro úpravu vody
2 Skříň	13 Profil projektor
3 Zařízení na test životnosti	14 Zařízení pro přípravu vzorků pro vyhodnocení porozity
4 Klimatická komora - malá	15 Zkušební trhací stroj pro statické zkoušky
5 Klimatická komora - velká	16 Skříň s chemikáliemi
6 Prachová komora	17 Místo pro skladování recyklovaného odpadu
7 Zařízení pro testování voděodolnosti	18 Regály pro skladování přípravků a vzorků
8 Výstavka produktů	19 UV komora
9 Ponk	20 Vibrační zařízení
10 Teplotní komora	21 3D tiskárna
11 Korozní komora	22 Místnost pro metrologa s volným průchodem do měrového střediska

Zvětšením laboratoře také vznikne prostor, který bude využit pro postavení místnosti pro metrologa, jenž v tuto chvíli spadá pouze pod ALPHA CZ, a již ne pod spolek Assa Abloy (FAB), kde metrolog sídlil v rychnovské pobočce. Tento prostor je označen na obrázku 3.8 číslem 22. Klimatizace pro temperaci vzorků pro měření metrologem je umístěna v měrovém středisku, s nímž by byla metrologie volně spojena.

Dále tu je nový prostor pro koše určené pro třídění odpadu. Koše jsou barevně odlišeny z důvodu jasného určení, který koš je na jaký odpad a samozřejmě by byl štítek s popisem barev. Mnou vytipované koše pro třídění odpadu s popisem barev můžete vidět na obrázku 3.9.



- Kov
- Směsný kov
- Nebezpečný odpad
- Papír
- Plasty

Obr. 3.9 Koše na tříděný odpad s vysvětlením

Důležitou nově vzniklou částí zkušební laboratoře by také byl nově vzniklý prostor pro skladování vzorků a přípravků, které nejsou v danou chvíli potřeba. Návrh regálů a skříní můžete vidět na obrázku 3.10. Toto skladování by mohlo být realizováno za použití regálů či skříní. Také by se mohl vytvořit systém pro skladování a evidenci vzorků a přípravků, který by spočíval v popisu regálů, polic a pozic v policích. Tím by se zamezilo ztrácení a následné hledání přípravků. Ukázka této evidence je v tabulce 3.3.



Regál



Skříň

Obr. 3.10 Návrh regálů a skříní pro vybavení zkušební laboratoře

Tab. 3.3 Návrh evidence vzorků

Označení projektu či zařízení, pro který je přípravek určen	Určení pro druh testu	Označení umístění
Projekt X	Přípravek na test 1	1R_1_1
Projekt X	Přípravek na test 2	1R_1_2-3
Projekt X	Přípravek na test 3	1R_1_4-6
Přípravky pro trhací zařízení	Přípravek na test 3	1S_3_5

Vysvětlení označení umístění: 1R - R nebo S označuje regál či skříň
 _1 - označuje polici počítanou od podlahy
 _4-6 - jedno číslo označuje jednu pozici na polici a čísla 4-6 označují obsazení více pozic na polici

Stůl pro elektrické testy

Jak bylo naznačeno výše, uspořádání komponentu a skladování nástrojů ve stole pro elektrické testy je špatné a nedodrжуje systém 5S. Proto navrhuji jiný systém skladování nástrojů. Tento systém je ukázaný na obrázcích 3.11 a 3.12. S využitím těchto poznatků a informacemi, jaké nástroje by měl tento stůl obsahovat, je možné vytvořit návrh uspořádání nástrojů v jednotlivých šuplících. Tento návrh je dispozici na obrázku 3.12.



Obr. 3.11 Ukázka uspořádání nástrojů a komponentů

Stahovací kleště na kabely	Propojovací kabely s banánky	
Krimpovací kleště		Cín
Multimert s kabely		Odsávačka cínu

Obr. 3.11 Skica uspořádání pro první šuplík

Housing na konektory	Konektory 3
	Konektory 2
Svorkovnice na DIN	Konektory 1
	Svorkovnice
Pásy	Dutinky 1,5 Dutinky 2,5
	Piny 1 Piny 2

Obr. 3.12 Skica uspořádání pro druhý šuplík

Další možností uskladnění komponentů je v boxu, který má určitý počet přihrádek, jež lze k tomuto účelu využít. Toto využití má ale nevýhodu v tom, že box je zpravidla umístěn na pracovním stole a to zmenšuje pracovní plochu. Z toho důvodu chybí prostor pro větší testovací přístroje a zařízení.

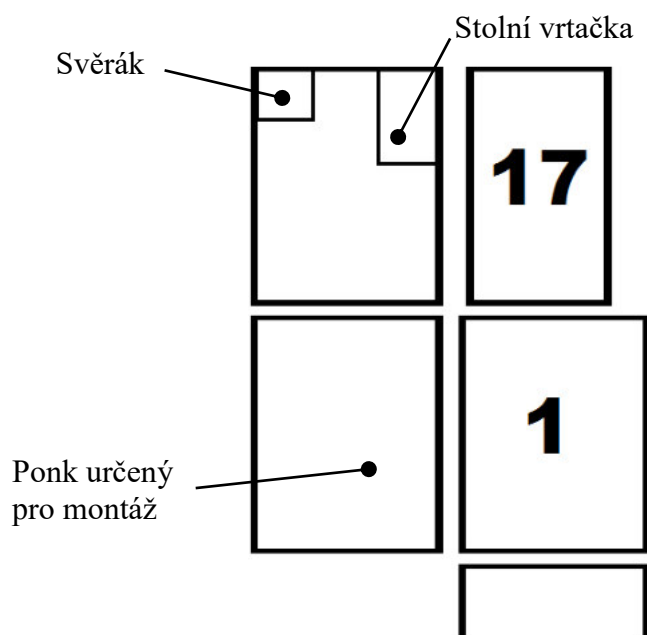
Uspořádání ponku se stolní vrtáčkou a svěrákem pro řezání

Pro vyřešení problému s kontaminací vzorků při vrtání či řezáním vzorků stačilo pouze jiné uspořádání ponku s těmito komponenty. Na obr. 3.13 je nová situace stolů, při jejíž realizaci nebude nutná úprava stávajících stolů či nákup nových.

Řešení je pouze ve zvětšení vzdálenosti mezi těmito stroji a mechanismy od dalších stolů. Proto je svěrák pro řezání umístěn na vnějším rohu stolu a stolní vrtačka je v zadní části stolu. Pro obsluhu bude přístupná z boku, čímž dosáhneme lepší a příjemnější ovládání (bez nutnosti nahýbání).

Druhou výhodou spočívá ve spojení s nově vzniklým prostorem pro skladování. V něm mohou být uskladněny přístroje pro měření sil a kroutícího momentu. To zajistí nejen jejich delší bezproblémové fungování a lepší manipulaci s nimi, ale i vytvoření nového prostoru pro nabíjení baterií pro aku vrtačku či integrovaných baterií přístrojů pro měření. Na tuto aplikaci by bylo vyhrazeno jedno patro regálu, v jehož výšce by byly vytvořené i zásuvky do elektrické sítě.

Přesunutím stolní vrtačky se uvolní jeden ponk, který může být využit na montáž přípravků, přičemž by na tomto stole neprobíhalo jak řezání závitů, tak ani pilování. Veškeré tyto činnosti by byly prováděny na ponku se svěrákem a stolní vrtačkou na stole pro obrábění. Na tomto stole by kromě montáže docházelo i k mazání potřebných ploch a komponentů.



Obr. 3.13 Nová dispozice svěráku a stolní vrtačky

Tyto menší i větší změny v uspořádání zkušební laboratoře by se měly odrazit jak v kvalitě prováděných testů, tak i v možnosti provádění více testů. Ne méně významnou výhodou je příjemnější práce v čistém a uklizeném prostředí, které je dle standartu 5S.

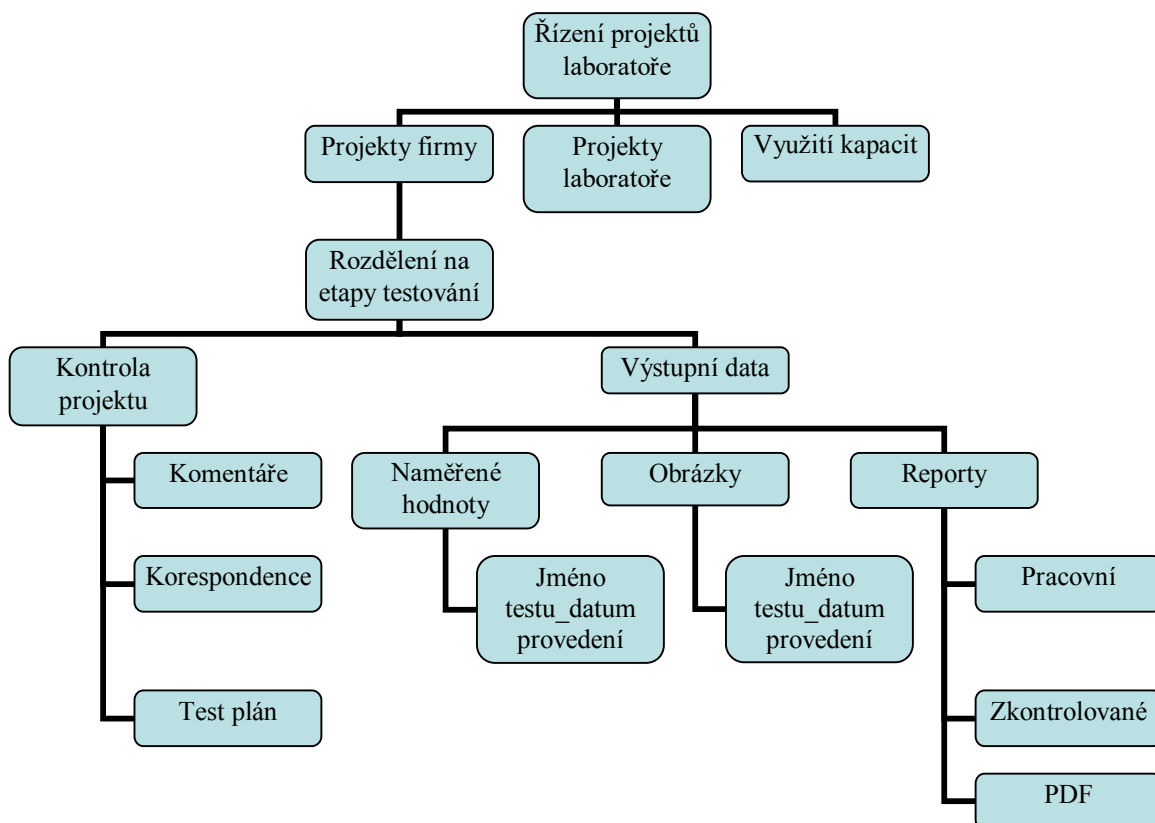
3.3 Systém pro plánování kapacit

V současné době není téměř žádný systém pro plánování kapacit jak strojů, tak i lidí. Plánují se pouze některé testy v rámci jednoho DVP (plánu pro testování), což může a i vede k problémům spojených s kapacitami strojů. Důsledkem absence tohoto systému je, že nelze plánovat kapacity v horizontu delším než jeden měsíc, přičemž toto plánování je pouze v mysli vedoucího pracovníka.

Proto s ohledem na tyto nedostatky jsem společně s RNDr. Františkem Šebou navrhl implementaci jím vyvinutým nástrojem v programu Excel. Pan Šeba již tento program využil na své předešlé pozici, proto po následných malých opravách a zadání vstupních informací je možné tento systém použít pro řízení kapacit ve zkušební laboratoři ALPHA.

Systém řízení se skládá primárně z 2 Excelových programů z čehož jeden slouží pro sepsání aktivit v rámci jednoho projektu laboratoře (**Test plán**) a druhý (**Využití kapacit**) pro sledování všech aktivit, které se mají provádět spolu se soupisem využitých kapacit strojů a vytíženosti testovacích techniků.

Součástí sledování jednoho projektu laboratoře bude i dokumentace spojená k tomuto testování, jako je např. korespondence se zákazníkem, návody pro testování či výsledky dílčích testů. Schéma tohoto uspořádání je na obrázku 3.14.



Obr. 3.14 Uspořádání složek pro řízení projektů v laboratoři

Test plán

Tento projekt laboratoře se může skládat z jednotlivých etap testování projektů firmy při validaci nových výrobků, ale například v něm jde naplánovat a rezervovat čas zařízení pro zkoušení nových přípravků, školení nových zaměstnanců nebo zvyšování jejich kvalifikace, a v neposlední řadě i uklízení. Tento program nese název projektu laboratoře, ale bude ve svém názvu také obsahovat název projektu firmy, jestliže půjde o projekt zahrnující testování.

Program Test plán se skládá ze 4 záložek, které obsahují:

- Test Plan – Vlastní plánování pro celého testování
- Data Options – Nahrání norem a strojů
- Test Flow – znázorňuje postup testů u jednotlivých vzorků
- Administration – slouží pro programování

V prvním kroku je třeba vložit všechny známé a používané normy či jiné požadavky zákazníka do tohoto programu, a to do záložky Data Options. Společně s těmito normami jsou nahrány i jednotlivé testy, které jsou v těchto normách a požadavcích.

Tento úkon se provádí tlačítkem „Add test specific.“ na obrázku 3.15, jež spustí otevření dialogového okna s možností nahrání. Toto nahrání zapíše originální název souboru, tak jak je pojmenován v databázi na disku a vytvoří hypertextový odkaz na tento soubor. Jednotlivé testy, které jsou obsaženy v těchto dokumentech, se musejí přepsat do příslušných řádků, které norma využívá. Příklad zapsání těchto testů je na obrázku 3.16. Je zde zapsán název testu, název specifikace a kapitola, v které je daný test zapsán. Jednotlivé testy různých specifikací jsou od sebe odděleny barvou z důvodu automatického počítání čísel řádků, jež jsou na obrázku 3.15.

Allow logging: YES	
Add test specific.	Recalculate index
Test specification list	
Specification name	To Spec.
M_3516_(2013-12)_de_en_read	23 P\08
M_3499-1_(2015-01)_de_en_read	59 P\08
TL_82016_CZ	86 P\07
TL_203_EN	93 P\07
TL_226_EN	120 P\07
ISO_16750-3_2007	138 P\08
ISO_16750-4_2010	156 P\08
ISO_16750-5_2010	157 P\08
CMT0021	158 P\08
CS_0072	159 P\08
CS0011	161 P\08
CS0071	162 P\08
CS0074	163 P\08

Obr. 3.15 Nahrávání normy či specifikace

Na pozici normy mohou být nahrány také odkazy na výkresy jednotlivých sestav, nebo odkazy na složky, které budou obsahovat veškerou výkresovou dokumentaci pro daný projekt (i výkresy jednotlivých komponentů), přičemž tyto informace nemusejí být ani na uložišti zkušební laboratoře, ale např. v uložišti R&D.

Droplet test:Synthetic sweat solution A	Paintwork on Material of Vehicle Interior Equipment	6.2.5
Droplet test:Synthetic sweat solution B	Paintwork on Material of Vehicle Interior Equipment	6.2.6
Cream resistance	Paintwork on Material of Vehicle Interior Equipment	6.3
Scrub resistance of high-gloss surfaces	Paintwork on Material of Vehicle Interior Equipment	7
Vibration - Test I - Sinusoidal vibration	Road vehicles - Environmental conditions and testing for electrical and electronic equipment -	4.1.2.1.2.1
Vibration - Test I - Random vibration	Road vehicles - Environmental conditions and testing for electrical and electronic equipment -	4.1.2.1.2.2
Vibration - Test II - Sinusoidal vibration	Road vehicles - Environmental conditions and testing for electrical and electronic equipment -	4.1.2.2.1
Vibration - Test II - Random vibration	Road vehicles - Environmental conditions and	4.1.2.2.2

Obr. 3.16 Část soupisu testů

Dalšími důležitými vstupními informacemi je soupis vybavení zkušební laboratoře, jako jsou jednotlivé klimatické komory, životnostní zařízení, siloměrná zařízení, ale i jednotlivé kombinace. Tato aplikace bude v budoucnosti vylepšena na výběrovou tabulku, v které si budete u jednotlivých testů moci vybrat více zařízení. To usnadní plánování kapacit strojů a obsluha se vyhne zadávání nových testovacích skupin pro jednotlivé speciální testy, ke kterým je zapotřebí více zařízení. Soupis části vybavení je na obrázku 3.17.

V neposlední řadě jsou ve speciálním sloupci zapsané všechny osoby, které mohou být zodpovědné za provedení testu.

WK1	Climatic chamber		
WK11	Climatic chamber		
WK3 new	Climatic chamber		
Procontec 1	Durability test machine		
Procontec 2	Durability test machine		
Procontec 3	Durability test machine		
Procontec 1+WK3	Test group	Procontec 1 Durability test machine	WK3
Procontec 2+WK3	Test group	Procontec 2 Durability test machine	WK3
Procontec1 a 2+ WK3	Test group	Procontec 1 Durability test machine	Procontec 2
Durability test machine FORD -1	Durability test machine		

Obr. 3.17 Soupis části vybavení a jejich kombinace

Po zapsání všech těchto vstupních dat je možné vytvořit plány testování pro jednotlivé etapy testování. Pro vytvoření plánu je potřebné mít finální verzi DVP, která je schválená zákazníkem. Také je nutné získat Timing plán projektu, či informace od Projektového manažera, kdy budou vzorky pro jednotlivá testování k dispozici. Také v případě využití externích testů je dobré zajistit kapacitu pro testování, a to zejména v případě plánování s brzkým začátkem testování.

V případě, že máme všechny potřebné informace, můžeme začít tvořit plán. Ten se skládá ze tří či více oddílů. Jak je vidět na obrázku 3.18, jednotlivé oddíly se skládají z testů, z nichž jsem vybral rozdělení dle typů testů, jako jsou testy životnosti, klimatické testy či testy zaměřené na pevnosti jednotlivých komponentů. Také navrhuji v rámci lepšího sledování vzorků zahrnout do testování měření ovládacích momentů a sil před zahájením testování. Toto měření by probíhalo u všech vzorků a u nedestruktivních testů by toto měření probíhalo i po testech. Toto měření by bylo v mnoha případech pouze pro interní informaci, protože tato měření nejsou požadována, ale v rámci zlepšení procesů a výrobků je vhodné mít maximum informací o testovaných kusech.

Vstupní měření		
<input type="checkbox"/>	Ovládací momenty	Bezpečnostní cylindrická v 6.12.1
<input type="checkbox"/>	Zasouvání klíče	Bezpečnostní cylindrická v 6.4.2
Testy životnosti		
<input type="checkbox"/>	Zasunutí klíče do vložky nakloněné pod úhlem 5°	Bezpečnostní cylindrická v 6.11.1
<input type="checkbox"/>	Zasunutí klíče do vložky nakloněné pod úhlem 4°	Bezpečnostní cylindrická v 6.11.2
<input type="checkbox"/>	Dlouhodobé zkoušky cylindrické bezpečnostní vložky do dveří	Bezpečnostní cylindrická v 6.8
Klimatické testy		
<input type="checkbox"/>	Low-temperature tests - Operation test	Road vehicles - Environme 5.1.1.2
<input type="checkbox"/>	High-temperature test - Operation test	Road vehicles - Environme 5.1.2.2
Pevnostní testy		
<input type="checkbox"/>	Surface strength/scratch and abrasion resistance	Road vehicles - Environme 4.4
<input type="checkbox"/>	Statický test protáčení	Bezpečnostní cylindrická v 6.7.1
Závěrečná měření		
<input type="checkbox"/>	Ovládací momenty	Bezpečnostní cylindrická v 6.12.1
<input type="checkbox"/>	Zasouvání klíče	Bezpečnostní cylindrická v 6.4.2

Obr. 3.18 Různé oddíly v test plánu s testy

Po vybrání testu z vybrané specifikace je také do plánu umístěn název dané specifikace a odkaz na odstavec v dané normě či specifikaci.

Jako další věc po vytvoření oddílů s testy je časové naplánování testů. To se provádí zadáním začátku a konce u jednotlivého testu. Je nutno u tohoto plánování již teď pamatovat na kapacity zkušební laboratoře v rámci tohoto jednoho testování a nezačít všechny testy v jeden den. Dále je třeba přiřadit zodpovědnost za testy u předem definovaných osob a zadat zkušební přístroje, na kterých se bude daný test provádět. Toto rozdělení můžete vidět na obrázku 3.19.

2.4.2018	4.4.2018	2.4.2018	3.4.2018	100%	10	2	NOK	Mr X	Torque moment meter -	
2.4.2018	5.4.2018	3.4.2018		0%	10	0	Active	Mr Y	Force measuring device	1 day
1.4.2018	5.4.2018	1.4.2018		67%	5	0	Active	Mr Z		
1.4.2018	3.4.2018	1.4.2018		Overdue!	5	0	Active	Mr Y	Torque moment meter -	
2.4.2018	5.5.2018	2.4.2018	3.4.2018	50%	5	0	OK	Mr X	Torque moment meter -	
4.4.2018	6.4.2018			0%	5	0	Open	Mr Andrés	Torque moment meter -	

1 2 3 4 5 6 7 8 9

Obr. 3.19 Informace o testování

Vysvětlení zadávaných informací při testování:

1. Datum plánovaného začátku a konce testování
2. Datum skutečného začátku a konce testování
3. Procentuální stav testování u daného testu

4. Počet vzorků požadovaný pro daný test
5. Počet vzorků, které při testování selhaly
6. Status testování u daného testu
7. Odpovědnost za testování daného testu
8. Zařízení, které bude pro daný test využito
9. Zpoždění

Program automaticky počítá procentuální dokončení testů a indikuje testy, které jsou zpožděné v průběhu testování a i ty, které se začaly testovat již se zpožděním.

V případě, že některý vzorek při testu selže, automaticky se stav testování změní na „NOK“, jakožto i za předpokladu, že vše proběhne v pořádku, bude výsledek „OK“. Dále jestliže test doposud nezačal, je stav testování „Open“, a v případě, že běží, je „Active“.

Vše je jednoduše rozděleno do čtyř barev pro jednodušší a přehlednější přehled.

Díky těmto informacím je pro vedoucího pracovníka, který zodpovídá za dodržování daných termínů testování, jednodušší kontrolovat stavy jednotlivých testování. To je však možné pouze za předpokladu, že dílčí pracovníci budou průběžně doplňovat informace o testování do tohoto dokumentu. Výstupy z tohoto programu jsou také zdrojem cenných informací projektových manažerů, kteří mohou zkontrolovat, jestli je aktuální stav testování projektu stejný naplánovanými daty.

Plánování testování projektů nespočívá pouze v plánování, kdy se dané testy budou provádět, ale je třeba i naplánovat, na kolika vzorcích se bude test provádět. Také je možno z minulých zkušeností uvažovat o využití vzorků na více testů, ale to jen v případě, že předešlé testy nebudou mít vliv na další test. Systém plánování vzorků je na obrázku 3.20.

Plánování vzorků je také důležité s ohledem na naplánování výroby PVS (ověření předseriové výroby) a OS (ověření seriové výroby). Při této výrobě je nutné vyrobit dostatek vzorků. Pro některá DVP testování je třeba až 70 vzorků, jenž představují celkový výrobek, a dále další jednotlivé komponenty, které se použijí např. na kontrolu rozměrů či kontrolu porozity.

ALPHA Part-number deliverer:	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Model:	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Device status	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
HW:	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
SW:	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Evaluation S.N.:	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Customer:	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Customer Part No:	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Remark:	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Full serial number:	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Physical location:	Mechanical lab	Mechanical lab	External test	Mechanical lab	External test
System location:	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Obr. 3.20 Plánování vzorků v rámci projektu

V rámci plánování vzorků je u každého vzorku vedena evidence, jež např. obsahuje : sledovací číslo v rámci zkušební laboratoře, název modelu či jeho číslo, SW a HW číslo a sériové číslo z výroby. To zabezpečí bezproblémové sledování vzorků jak během testování, tak i při následném uskladnění po testech. Také díky sériovému číslu z výroby bude možné v případě nutnosti propojit databázi z výstupní kontroly linky se záznamy ze zkušební laboratoře.

V případě, že máme všechny vstupní informace, které vstupují do testování dané součásti, zapsány, je možné v záložce „TestPlan“ vygenerovat výstupní informace o daném testování.

Tlačítkem „calender“ je vygenerován detailní kalendář testování po dnech. V něm vidíme, jak jednotlivé testy na sebe navazují, nebo které se provádějí paralelně. To nejvíce používá Projektový Manažer, který v některých případech, např. když je projekt ve zpoždění, musí reportovat akční plány zákazníkovi a projekt co nejvíce vrátit do požadovaných termínů.

Další možností je vytvoření detailního popisu pro jednotlivé testy. Tento příkaz se provádí tlačítkem „test details“. Tyto popisy obsahují záznamy o všechny vzorcích, které jsou pro daný test použity, kdo za test zodpovídá a na jakém zařízení je prováděn. To se nejvíce využije při testování, které provádí méně zkušený test engineer, který neřídí celé DVP testování sám, ale jednotlivé testy jsou mu

přiřazovány. Dále tento výpis obsahuje časový plán, kdy bude tento daný test prováděn.

Dalším využívaným výstupem je vytvoření reportu v průběhu testování. Tímto reportem dává testovací laboratoř v průběhu testování zprávy, zda testovaná součást prochází testováním bez problémů, nebo jestli testování nemá zpoždění. Výstup obsahuje titulní stranu záložky „TestPlan“ mimo části pro plánování vzorků.

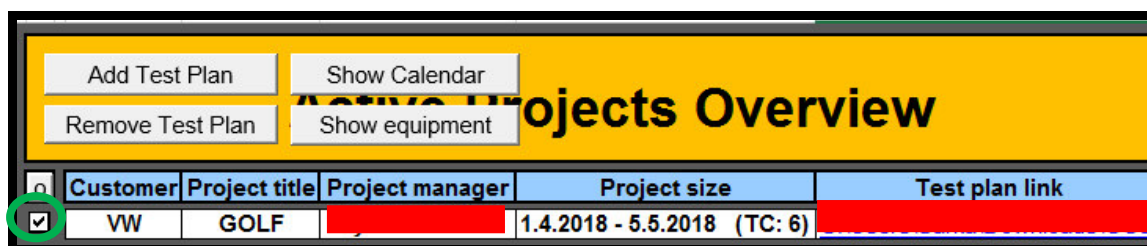
Méně využívaná funkce „TestFlow“ se používá pro zobrazení po sobě jdoucích testech v rámci jednoho oddílu. V záložce je možnost vygenerování „Flow chartu“, který nám tyto informace poskytne. Tyto informace jsou však již patrné z detailního kalendáře testování, který má ve firmě ALPHA již zaběhnutý stav, proto se funkce „Flow chartu“ s největší pravděpodobností využívat nebude.

Po sepsání všech informací a dokončení Test plánu nastává fáze vložení tohoto Test plánu do systému Využití kapacit, v němž se jednotlivé Test plány skládají dohromady a sleduje se, zda se testy mezi sebou nepřekrývají v rámci jednotlivých testování a jestli není zkušební zařízení využito pro jiné testování.

Využití kapacit

Jak je již napsáno na začátku kapitoly, tento systém slouží k propojení jednotlivých Test plánů. Spojení probíhá na úrovni využití zkušební laboratoře, tzn. jaké testy se provádějí v jednotlivé dny, a dále na úrovni využití jednotlivých strojů.

V prvním kroku je třeba implementovat všechny dostupné Test plány do programu a tím naplánovat kapacitu zkušební laboratoře v co možná nejdelším časovém horizontu. Samozřejmostí je možnost implementace dalších test plánů pro již běžící horizont testování. Další výhodou je, že v případě úpravy jakéhokoli Test plánu, se Kapacitní využití zkušební laboratoře samo upraví pouhým kliknutím jednoho tlačítka. Tím se Systém využití kapacit aktualizuje a projde všechny nahrané Test plány.



Obr. 3.21 Nahrávání Test plánů do systému pro Využití kapacit

Nahrání Test plánu se provádí stisknutím na tlačítko „Add Test Plan“. Po jeho aktivaci se objeví dialogové okno s možností nahrání Test plánu. Po tomto nahrání se musejí nahrané plány vybrat zaškrtnutím (zeleně zvýrazněno na obrázku 3.21). Poté je možné vytvořit souhrnný náhled na všechna testování.

Náhled na všechny testy, které se budou provádět, se vygeneruje tlačítkem „Show Calendar“. Ve vygenerované záložce můžeme najít celkový přehled, který obsahuje název testování a tedy i určení, o jaký projekt laboratoře se jedná, názvy jednotlivých oddílů testování i dané testy, které se budou v oddíle provádět, kým bude daný test prováděn a také na jakém zařízení či na jaké testovací skupině se bude daný test provádět.

V neposlední řadě je zde vidět i stav testování ke dni, v kterém se díváme na Systém kapacit. To nám umožní rychlou kontrolu stavu všech testování, které se mají v daný čas provádět. Hotové testy je znázorní jako 100% testy označené modré barvou či zpožděné testy nápisem „Overdue“, které jsou označeny červenou barvou.

Pro lepší orientaci v čase je také vygenerován kalendář, který je rozčleněn po dnech a jsou v něm naznačeny dny, kdy je daný test prováděn. Obrázek 3.22 obsahuje všechny tyto informace.

Reliability tests overview				W1	CW14									
				1	2	3	4	5	6	7	8			
VW - GOLF														
Inical inspection														
Ovládací momenty	Mr X	Torque moment meter - handle	100%											
Zasouvání klíče	Mr Y	Force measuring device Mecmesin-100	100%	>>										
Strength test														
Test of assembly	Mr Z		Overdue!											
Ovládací momenty - maximální moment	Mr Y	Torque moment meter - handle	Overdue!											
Statický test protáčení	Mr X	Torque moment meter - automatic	100%											

Obr. 3.22 Detailní kalendář testů zkušební laboratoře

Podobný přehled je možno vygenerovat i pro databázi využívaných zařízení. Tato databáze bude vygenerována z vybraných test plánů a prověří dostupnost používaných zařízení.

Vygenerování tohoto přehledu se provádí pomocí tlačítka „Show equipment“, které můžete vidět na obrázku 3.21. Vygenerovaný přehled kapacity zařízení je na obrázku 3.23.

Equipment occupation schedule		CW37						
		11	12	13	14	15	16	17
Equipment name	Comment							
WK3	Climatic Chamber							
WK1	Climatic Chamber							
WK11	Climatic Chamber							
WK3 new	Climatic chamber							
Durability Rack-PXI 1	Controlling							

Obr. 3.23 Přehled kapacit využitých zařízení

Vygenerovaný přehled nám automaticky sepiše všechny zařízení, která budou pro vybrané test plány třeba, a ukáže, zda nejsou kolize v jednotlivých požadavcích pro používání zařízení. Kdy bude dané zařízení potřeba, je zvýrazněno šedým čtvercem v daném dnu kalendáře. Dále je u jednotlivých dnů poznámka, na jaký test je zařízení požadováno. Oproti tomu zařízení, které se vyžaduje na více testů v jeden den, je zbarveno černě a je u něj popis, které testy se nám kryjí v požadavku na zařízení. Toto zjištění musí zhodnotit vedoucí pracovník a říci, jestli je tato kolize kapacit v pořádku, nebo se musí řešit posunem některých testů.

Společně s těmito dvěma systémy komplexního řízení je možné si vytvořit ucelený pohled na zkušební laboratoř s ohledem na její vytíženost kapacit. To by mělo být využíváno i v případě zájmu vývoje dalších součástí, jelikož s ohledem na některé dlouhodobé testování může vzniknout nedostatek kapacit jak pro testování, tak i pro měření dílů a sestav.

4 DISKUZE

4.1 Získání akreditace

Dalším velikým plusem pro celkový chod zkušební laboratoře by bylo získání certifikace normou ISO 17025, která by potvrdila zásady správného testování, skladování vzorků a jejich reportování.

Touto akreditací by také zkušební laboratoř vstoupila do širšího povědomí ostatních firem, které by jí na základě akreditace důvěřovaly ve správné provedení testů, čímž by mohl vzrůst podíl prodávaných testů prováděných jak pro naše dodavatele, tak i pro cizí firmy, které nemají s naší společností nic společného.

V současném stavu se zkušební laboratoř řídí dle směrnice ISO 17025, ale z důvodů vysokých nákladů na provedení certifikace a jejího následného každoročního obnovení nebyla provedena. Proto bych navrhoval detailní studii, zda by se vyplatilo tuto certifikaci podstoupit či zůstat v současném stavu.

4.2 Pořízení 3D tiskárny

S využitím 3D tisku by se v rámci příprav na testování a měření ušetřilo spousta času z důvodu vytváření různých přípravků a montážních stolic.

Pro využití v naší zkušební laboratoři je zapotřebí vytipovat způsob tisku i materiál, který bude možno použít v širokém teplotním rozsahu, ale také bude mít uspokojující tuhost a tvrdost.

Tento 3D tisk by se však mohl počít i v jiných případech, jako je např. výroba vlastních prototypů pro R&D, jenž se v tuto dobu vytvářejí externě, či použití přímo v našem výrobním procesu ve formě úchytů na roboty a podobných tvarově náročných součástí.

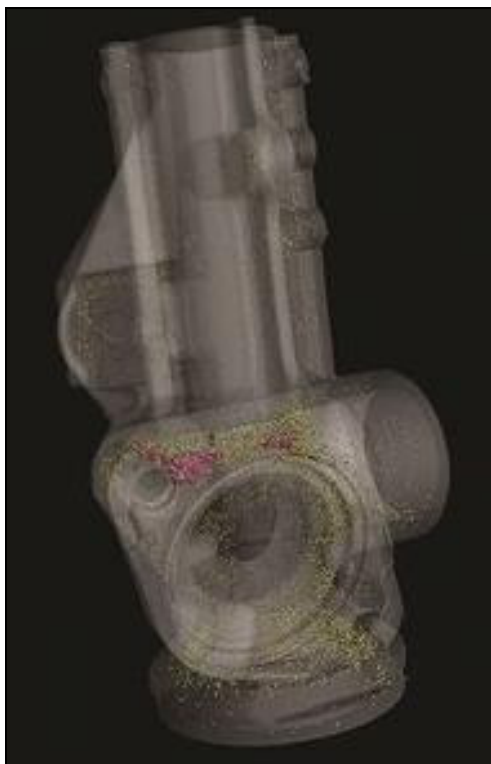
4.3 Pořízení CT stanice

S rostoucími požadavky na tvarovou náročnost výrobků a jejich celkovou technickou vyspělost je složité a někdy i nemožné měřit požadované rozměry a tvary tradičními metodami, jako je 3D měřicí zařízení pracující na principu dotyku součásti definovanou silou v přesně definovaném místě.

Bohužel některé malé rozměry nejsou možné touto metodou měřit, stejně jako i některé geometrické tolerance, které znemožňují součást bezpečně upevnit v přípravku.

Všechny tyto aspekty by bylo možné dosáhnout s pořízením CT stanice, která pracuje na principu interpretace stínového obrazu, jenž vzniká důsledkem vlastností materiálů absorbovat rentgenové záření. To se u různých materiálů liší.

Měření tímto způsobem nám dává možnost analyzovat i vnitřní stavbu součásti pořízené např. tlakovým litím, jenž je v naší firmě hojně u komponentů vyrobených ze zinku. Díky tomu by se mohla kontrolovat porosita v celém objemu součásti, jak je vidět na obrázku 4.1, a tedy by nebylo nutné vytvářet řezy a výbrusy, které nám dovolují kontrolovat pouze v předem definovaných řezech.



Obr. 4.1 Nasnímaná součást CT stanicí s viditelnou porositou

Bohužel je pořízení tohoto zařízení veliká investice a v rámci používání by se muselo vytvořit nové oddělení, které by se věnovalo pouze tomuto měření. Používání zařízení by nebylo zaměřeno pouze na měření interních dílů, ale i na následný prodej služeb třetím stranám, což by výrazně zkrátilo výpočet návratnosti investice.

5 ZÁVĚR

Diplomová práce se zaměřila na přiblížení některých problémů spojené s testováním dílů a výrobků v automobilovém průmyslu. V teoretické části byla také nastíněna důležitost 5S standartu a popsány jednotlivé dokumenty, které se používají pro validaci vzorků, nebo jejich následné kontrole v sériové výrobě.

Praktická část byla zaměřena na snížení podílu externích testů díky nákupu nových zkušebních zařízení s teoretickou návratností investice a následné rozšíření laboratoře jak v důsledku pořízení nových navrhovaných zařízení, tak i v důsledku nedostatku prostoru při nynějším stavu.

Podmínka realizace nákupu nových testovacích zařízení je relativně vysoká počáteční investice, která je doplněna následným zaškolením obsluhy, která musí být ochotna naučit se práce s novou technologií.

Jak již bylo řečeno výše, přínosem pořízení těchto zařízení je možnost provádění dalších zkoušek „in house“, teoretický následný prodej dalších služeb pro možné zákazníky a v neposlední řadě lepší plánování a přizpůsobení kapacit dané situaci. Všechny tyto faktory by měly vést k zvýšení kvality prováděných testů s ohledem na správné umístění vzorků při testování či dodržení požadovaných podmínek při testování a také na zvýšení efektivity a časové náročnosti testování.

Rizika, která by se mohla vyskytnout v průběhu realizace uvedení těchto zařízení do provozu či při jejich používání, jsou ovládnutí zařízení neodbornou obsluhou, která by mohla vést ke zničení stroje, ale je tu i finanční riziko v podobě nezískání nových projektů, kde budou dané testy vyžadovány, a tím způsobená finanční ztráta z důvodu nevyužívání zařízení.

Dále byly využity poznatky z teoretické části 5S k nastínění zlepšení uspořádání některých pracovišť. Zde je podmínkou nakoupení přihrádek a pořadačů, které budou sloužit pro úschovu materiálu, nastavení standartu 5S, jeho dodržování, ale také vytvoření efektivní kontroly tohoto standartu. Přínosem bude lepší orientace na pracovišti, spojená se zvýšením efektivity a rychlosti testování. Rizikem v tomto případě je nedodržování daných podmínek zaměstnanci či jeho špatné nastavení, které by mohlo mít opačný výsledek, než je ten žádoucí. Se zavedením tohoto standartu jde ruku v ruce uskutečnění přístavby, která by byla využita jak pro skladování v regálech, tak i na umístění nových zkušebních zařízení.

Hlavním bodem práce bylo nastínění možností při použití nového systému pro plánování testů a kapacit zkušební laboratoře napříč všemi požadovanými testy, přičemž podmínkou implementace tohoto systému je pouze chuť zavést tento systém a vytvoření datové architektury, protože je tento program spuštěn v programu Excel a je tedy ho možné použít bez nákupu dalšího softwaru. Přínosem systému je možnost pohodlně kontrolovat stavy jednotlivých testování a při plánování testů zajistit, aby jednotlivé testy z různých Test plánů nebyly v kolizi. Velikým rizikem je dodržování nastavených pravidel, které souvisí s udržováním aktuálnosti dat a jejím pravdivým doplňováním.

V diskuzi bylo poukázáno na výhody několika aspektů, jako jsou získání akreditace ISO 17025, využívání 3D tisku při přípravě testování a použití CT stanice pro měření a vyhodnocení porosity.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. ALPHA INOVATION FOR ACCESS. *O nás*. [online]. [cit. 2018-04-26]. Dostupné z: <http://kk-alpha.cz/cs/o-nas/>
2. ALPHA INOVATION FOR ACCED. *Produktový list*. [online]. [cit. 218-04-26] Dostupné z: <http://kk-alpha.cz/cs/produktovy-list/>
3. MOULDING, Edward, 2010. *5S: A Visual Control System for the Workplace*. 1 vyd. Central Milton Keynes: AuthorHouse, 162 s. ISBN 978-1-4490-2977-7.
4. HIRANO, Hiroyuki, 2009. *5S pro operátory: 5 prvků vizuálního pracoviště*. 1. vyd. Brno: SC&C Partner, spol. s.r.o., 105 s. ISBN 978-80-904099-1-0.
5. LOPES, R. B., FREITAS F., SOUSA I., 2014. *Application of Lean Manufacturing Tools in the Food and Beverege Industries*. Journal of technology management & innovation, [online]. ISSN 0718-2724. Dostupné z: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-27242015000300013
6. FABRIZIO, T., TAPPING D., 2006. *5S for the Office: Organizing the Workplace to Eliminate Waste*. New York: Productivity Press, 192 s. ISBN 1-56327-318-7.
7. BEJČKOVÁ, J., *Začněte s námi: metoda 5S – předpoklad pro další zlepšení*. API [online]. 2016 [cit. 2018-04-11]. Dostupné z: <http://www.e-api.cz/25814n-zacnete-s-nami-metoda-5s-predpoklad-pro-dalsi-zlepsovani>
8. BURIETA, J., 2013. *Metoda 5S: Základy štíhlého podniku*. Žilina: IPA Slovakia, s.r.o., 60 s. ISBN 978-80-89667-04-8.
9. CARREIRA, B., 2005. *Lean Manufacturing That Works*. [online] AMACON – Book Division of American Management Association. [cit. 2018-04-11]. Electronic ISBN 978-1-61344-831-1 Dostupné z: [https://app.knovel.com/web/toc.v/cid:kpLMTWPTD2/viewerType:toc/root_slug:lean-manufacturing-that/url_slug:lean-manufacturing-that?q=lean%20manufacturing&sort_on=default&b-group-by=true&b-sort-on=default&b-content-type=all_references&scrollto="Lean"%20man](https://app.knovel.com/web/toc.v/cid:kpLMTWPTD2/viewerType:toc/root_slug:lean-manufacturing-that/url_slug:lean-manufacturing-that?q=lean%20manufacturing&sort_on=default&b-group-by=true&b-sort-on=default&b-content-type=all_references&scrollto=)
10. VYTLAČIL, M., MAŠÍN, I., 1998. *Týmová společnost: Podnik v globálním prostředí*. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 407 s. ISBN 80-92235-2-4.
11. DUDEK, M. *Proces schvalování dílů k sériové výrobě (PPAP)*. [online]. 2014. [cit. 2018-04-13]. Dostupné z: <http://kvalita-jednoduse.cz/ppap/>
12. KOŽÍŠEK, J., STIEBEROVÁ, B. *Management jakosti II*. 3 dopl. vyd. Praha: České vysoké učení technické, 2010, 197 s. ISBN 978-80-01-04656-2.
13. QUALIRY-ONE. *Desing Verification Plan and Report*. [online]. [cit. 2018-04-13]. Dostupné z: <https://quality-one.com/dvpr/>
14. EICHLER, T. *Audit výrobku*. [online]. 2016. [cit. 2018-04-13]. Dostupné z: <http://kvalita-jednoduse.cz/audit-vyrobku/>
15. SVMTECH. *Vibrační testování*. [online]. [cit. 2018-04-13]. Dostupné z: <http://www.svmtech.cz/cz/vibracni-testovani>

16. MERIDA. *Odpadkový koš plastový na tříděný odpad 33l*. [online]. [cit. 2018-04-13]. Dostupné z: <https://www.merida.cz/6088-odpadkovy-kos-plastovy-na-trideny-odpad-33-l.html>
17. MANUTAN. *Kovové regály Rapid 3*. [online]. [cit. 2018-04-13]. Dostupné z: <https://www.manutan.cz/cs/mcz/kovove-regaly-rapid-3-160-x-90-x-30-60-cm-1-500-kg-5-drevotriskovych-polic-modre-mig2621774>
18. MANUTAN. *Kovové dílenské skříně*. [online]. [cit. 2018-04-13]. Dostupné z: <https://www.manutan.cz/cs/mcz/kovove-regaly-rapid-3-160-x-90-x-30-60-cm-1-500-kg-5-drevotriskovych-polic-modre-mig2621774>
19. POKORNY DAČICE. *Krabičky*. [online]. [cit. 2018-04-13]. Dostupné z: <http://www.pokornydacice.cz/?q=cs/composite/id/15-krabicky>
20. LISTA. *Armarios de cajones*. [online]. [cit. 2018-04-13]. Dostupné z: <http://www.lista.com/es-es/productos/armarios-de-cajones/armarios-de-cajones/>
21. HERZAN, P., *Výpočetní tomografie jako silná metoda NDT*. [online]. [cit. 2018-04-18]. Dostupné z: <https://www.mmspektrum.com/clanek/vypocetni-tomografie-jako-silna-metoda-ndt.html>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Zkratka/Symbol	Jednotka	Popis
DFMEA	-	Design Fault Mode and Effects Analysis
PFMEA	-	Process Fault Mode and Effects Analysis
PPAP	-	Production Part Approval Process
DVP	-	Design Validation Plan
PDM	-	Product Data Management
R&D	-	Research and Development
LAH	-	Lastenheft – Dokument s technickým popisem výrobku
UV	-	Ultraviolet – Ultrafialové záření
CT	-	Computed Tomography

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1	Formulář FMEA
Příloha 2	Formulář DVP
Příloha 3	Technický popis vibračního zařízení
Příloha 4	Technický popis UV zařízení

Příloha 1

	Souprava / sada System		1.		ANALÝZA MOŽNÝCH VAD A JEJICH NÁSLEDKŮ (FMEA) POTENTIAL FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS (FMEA)										FMEA číslo: FMEA Number:	2.										
X	Zámek / příslušenství Subsystem		3.																						Poznámka: Note:	5.
	Součást Component	4.																								
Čís. výkr.: Part No.:		6.																								
Název: Title:	7.		Odpovědnost za návrh řešitel: Design Responsibility:	8.	Odpovědnost za FMEA vedoucí týmu (podpis): FMEA Responsibility team manager (signature):	9.		Zapsal: Prepared by:	10.																	
Použití: Usage:	11.				Datum zpracování originálu: FMEA Date (Orig):	12.		Revize: Reviewed By:	13.																	
Řešitelský tým: Core Team:	14.																									
Prvek / funkce Item / Function	Možný projev poruchy Potential Failure Mode	Možný důsledek poruchy Potential Effect(s) of Failure	Vážnost Severity	Zvláštní charakt. Class	Možná příčina/ mechanismus poruchy Potential Cause(s)/ Mechanisms of Failure	Výskyt Occurance	Stávající způsoby řízení návrhu Current Design Controls	Odhalitelnost Detection	MR/P R. N. P.	Doporučená opatření Recommended Action(s)	Odpovědnost/ termín realizace Responsibility & Target Completion Date	Výsledky opatření Action Results														
												Provedená opatření (výsledek). Datum realizace Actions Taken	Vážnost Severity	Výskyt Occurance	Odhalitelnost Detection	MR/P R. N. P.										
15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	26.	27.	28.	29.	30.											

Příloha 3 (1/11) – Technický popis vibračního zařízení



Zákazník
Nabídka č.
Datum



(pouze příklad)

Technický popis

**Elektrodynamický vibrační zkušební systém,
Výrobce IMV Corporation,
I220/SA1M, EM2201**

Obchod a servis:
JD Dvořák, s.r.o., Zkušební technika

V Holešovičkách 14, CZ-180 00 Praha 8
IČO : 49621815, DIČ: CZ49621815
T : +420 284 681 446, 284 688 050
E : obchod@testsysteme.cz
servis@testsysteme.cz

**Akreditovaná kalibrační laboratoř č. 2216,
zkušební laboratoř a servis:**
JD Dvořák, s.r.o., Kalibrační a zkušební laboratoř

Tuřanka 1077/1148, CZ-627 00 Bina
M : +420 602 287 213, 606 029 248, 607 051 002
E : kalibrace@testsysteme.cz
zkusobca@testsysteme.cz

Bankovní spojení:
Komerční banka, a.s.

Č. účtu **CZK** : 79104071/0100
BAN : CZ1001000000000079104071
SWIFT: KOMB CZ PP
Č. účtu **EUR** : 3684570277/0100
BAN : CZ1701000000003684570277

Příloha 3 (2/11) – Technický popis vibračního zařízení



Zákazník
Nabídka č.
Datum

1. Obsah

1. Obsah	2
2. Detailní technický popis zařízení.....	3
2.1. Technická data.....	3
3. Rozměrové schéma.....	5
3.1. i220/EM2201	5
3.2. Amatūra i220/EM2201	6
3.3. Zesilovač SA1M.....	6
4. IMV ECO technologie a její výhody	7
4.1. Úspora elektrické energie.....	7
4.2. Ochrana životního prostředí.....	7
4.3. ISM-EM	8
4.4. Vylepšení stávajícího systému.....	8
4.5. Souhrn výhod technologie IMV ECO:.....	8
5. Technologie	9
5.1. Design	9
5.2. Kontrola teploty magnetizační cívky.....	10
5.3. PSG (Parallel Support Guide)	10
5.4. Testování v klimatických komorách.....	11

Výrobní zastoupení a servis firm:

- Weiss Umwelttechnik GmbH, SRN
- Weiss Technik UK, ANG
- Nikon Metrology Europe NV, JAP

- GÖTTFERT Werkstoff-Prüfmaschinen GmbH, SRN
- Heinrich Boreiss Prüfgerätebau GmbH, SRN
- Lorenz Messtechnik GmbH, SRN

- INNOVATEST Europe BV, NL
- SHIMADZU Corp., JAP
- HUDe GmbH, SRN

Více informací naleznete na našich internetových stránkách www.testsysteme.cz

Příloha 3 (3/11) – Technický popis vibračního zařízení



Zákazník
Nabídka č.
Datum

2. Detailní technický popis zařízení

2.1. Technická data

Typ	i220/SA1M, EM2201 (ECO)	
Generátor vibrací / Shaker		
Frekvenční rozsah	0 - 2 600 Hz	
Nominální síly	SINE	8 kN
	RANDOM	8 kN rms
	SHOCK	16 kN
Maximální zrychlení	SINE	1 250 m/s ²
	RANDOM	875 m/s ² rms
	SHOCK	2 500 m/s ²
Maximální rychlost	SINE	2,2 m/s
	SHOCK	2,2 m/s
Maximální výchylka	SINE	51 mm
	Max. zdvih	60 mm
Generátor vibrací / Shaker		
Hmotnost armatury	6,4 kg	
Průměr armatury	Ø 190 mm	
Rezonanční frekvence armatury	>3 100 Hz	
Přípustný excentrický moment	294 N*m	
Maximální nosnost	200 kg	
Rozptylové magnetické pole	1,4 mT (měřeno ve 150mm nad armaturou)	
Hmotnost	900 kg	
Chlazení		
Typ chlazení	Vzduchem chlazený systém	
Průtok vzduchu	10 m ³ /min	
Rozměry	Šířka	492 mm
	Výška	1 128 mm
	Hloubka	713 mm
Hmotnost	70 kg	

Výrovní zastoupení a servis firem:

- Weiss Umwelttechnik GmbH, SRN
- Weiss Technik UK, ANG
- Nikon Metrology Europe NV, JAP

- GÖTTFERT Werkstoff-Prüfmaschinen GmbH, SRN
- Heinrich Boreiss Pflügerfabrik GmbH, SRN
- Lorenz Messtechnik GmbH, SRN

- INNOVATEST Europe BV, NL
- SHIMADZU Corp., JAP
- HUDe GmbH, SRN

Více informací naleznete na našich internetových stránkách www.testsysteme.cz

Příloha 3 (4/11) – Technický popis vibračního zařízení



Zákazník
Nabídka č.
Datum

Zesilovač SA1M

Maximální výstup	10 kVA
Spínací frekvence	150 kHz
Hmotnost	280 kg / 1x skříň
Chlazení	Vzduchem
Počet skříní	1x 19"
Rozměry	Šířka 580 mm Výška 1 750 mm Hloubka 850 mm

Ostatní data

Požadavky na napájení	16,4 kVA
Zdroj vstupního proudu	3 fáze 200/220 V nebo 380j
Zdroj stlačeného vzduchu	0,7 Mpa
Pracovní ambientní teplota	Shaker 0°C až 40°C Zesilovač 0°C až 40°C

Výrovní zastoupení a servis firem:

- Weiss Umwelttechnik GmbH, SRN
- Weiss Technik UK, ANG
- Nikon Metrology Europe NV, JAP

- GÖTTFERT Werkstoff-Prüfmaschinen GmbH, SRN
- Heinrich Boreiss Prüflagerbau GmbH, SRN
- Lorenz Messtechnik GmbH, SRN

- INNOVATEST Europe BV, NL
- SHIMADZU Corp., JAP
- HUDe GmbH, SRN

Více informací naleznete na našich internetových stránkách www.testsysteme.cz

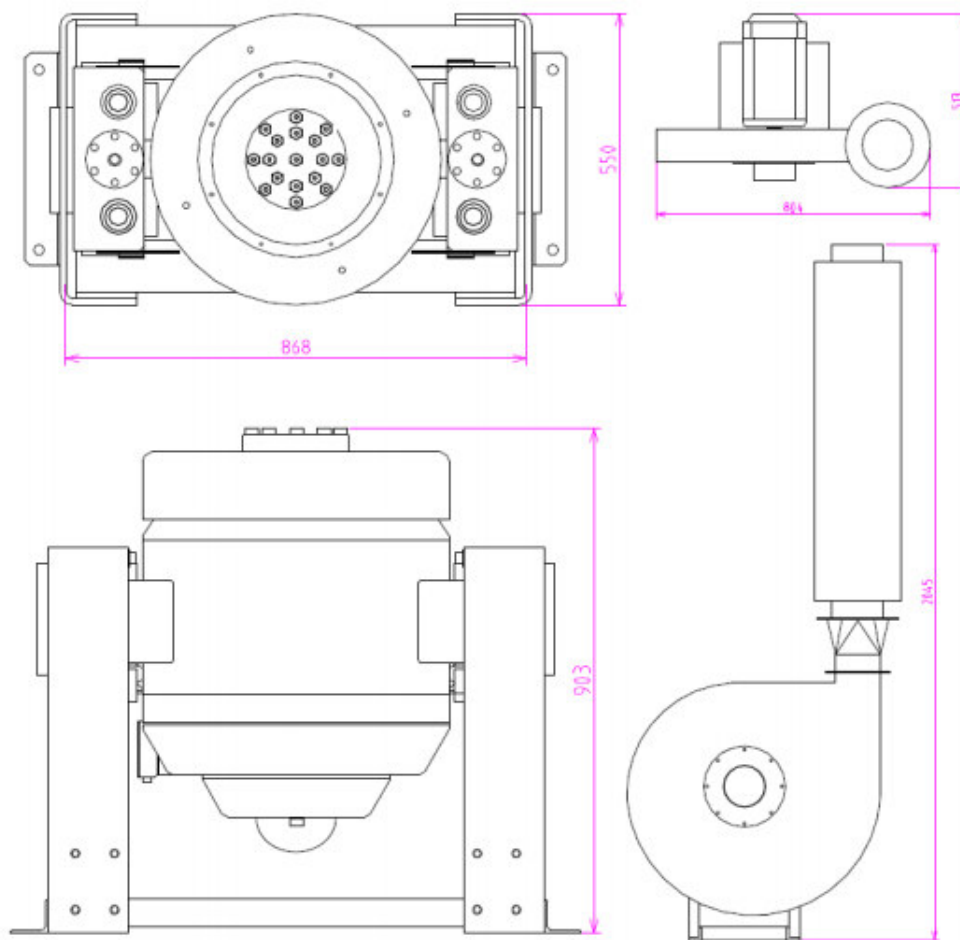
Příloha 3 (5/11) – Technický popis vibračního zařízení



Zákazník
Nabídka č.
Datum

3. Rozměrové schéma

3.1. I220/EM2201



Výhradní zastoupení a servis firm:

- Weis Umwelttechnik GmbH, SRN
- Weis Technik UK, ANG
- Nikon Metrology Europe NV, JAP

- GÖTTPERT Werkstoff-Prüfmaschinen GmbH, SRN
- Heinrich Boreis Prüfgerätelebau GmbH, SRN
- Lorenz Messtechnik GmbH, SRN

- INNOVATEST Europe BV, NL
- SHIMADZU Corp., JAP
- HuDe GmbH, SRN

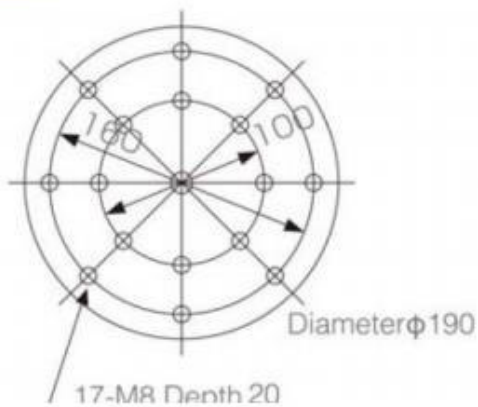
Více informací naleznete na našich internetových stránkách www.testsysteme.cz

Příloha 3 (6/11) – Technický popis vibračního zařízení

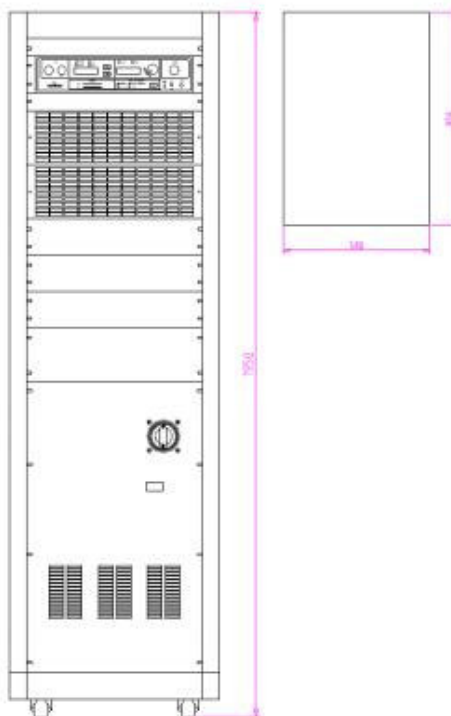


Zákazník
Nabídka č.
Datum

3.2. Armatura i220/EM2201



3.3. Zesilovač SA1M



Výrovní zastoupení a servis firem:

- Weiss Umwelttechnik GmbH, SRN
- Weiss Technik UK, ANG
- Nikon Metrology Europe NV, JAP

- GÖTTFERT Werkstoff-Prüfmaschinen GmbH, SRN
- Heinrich Boreiss Prüfgerätekau GmbH, SRN
- Lorenz Messtechnik GmbH, SRN

- INNOVATEST Europe BV, NL
- SHIMADZU Corp., JAP
- HuDe GmbH, SRN

Více informací naleznete na našich internetových stránkách www.testsysteme.cz

Příloha 3 (7/11) – Technický popis vibračního zařízení

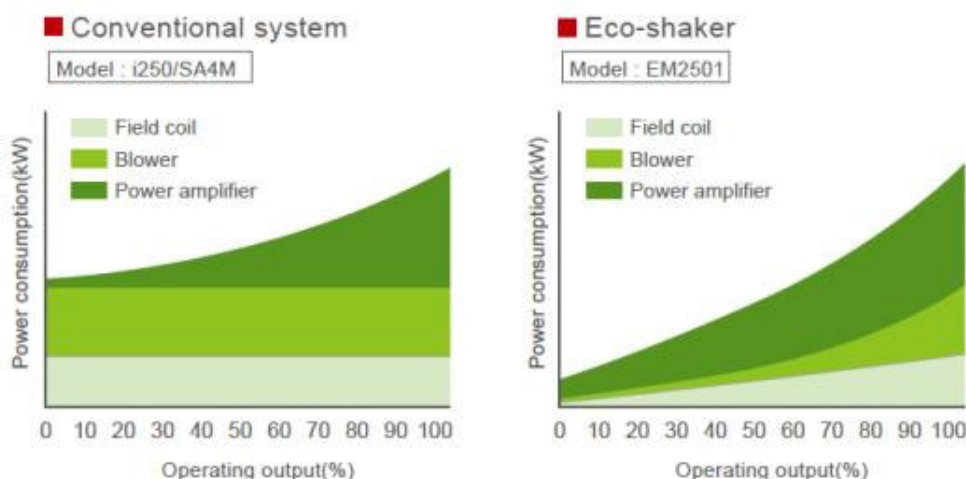


Zákazník
Nabídka č.
Datum

4. IMV ECO technologie a její výhody

Společnost IMV vyvinula tuto technologii za účelem snížení provozních nákladů, rychlejšího návratu investice a ochrany životního prostředí. Konvenční, vzduchem chlazená vibrační zkušební zařízení, nastavují silové pole a rychlost chladičového ventilátoru na nominální hodnotu ihned po spuštění systému. Pouze výkon budiče vibrací se mění v závislosti na síle potřebné pro danou vibrační zkoušku. IMV ECO shaker je elektrodynamický vibrační zkušební systém vyznačující se vysokou úsporou energie. Jednotlivé parametry IMV ECO vibračního zkušební systému jsou automaticky nastavovány podle výsledného zatížení a požadavků daného testu. Mezi tyto parametry patří výstupní proud ze zesilovače, vstupní proud do budiče vibrací a rychlost otáček chladičového ventilátoru.

4.1. Úspora elektrické energie



Srovnání spotřeby elektrické energie konvenčního vibračního systému IMV a IMV ECO-shakeru se stejným jmenovitým výkonem

Pozn.

Výpočetní metoda: kalkulace redukce CO₂, referenční data z modelu i250/SA4M (maximální síla 32 kN)

Podmínky: 1. RANDOM, 2. Průměrný provozní výstup: 25%, 3. Průměrný provozní paměr za rak: 70%

4.2. Ochrana životního prostředí

Technologie ECO šetří nejen náklady na provoz zařízení, ale i pracovní prostředí díky snížení hladiny hluku. Rovněž umožňuje využití odpadního tepla vznikajícího při provozu zařízení k např. vytápění kanceláří a jiných částí budovy. IMV ECO-shaker díky své technologii splňuje:

- Směrnici EU v oblasti energetické účinnosti
- Mechanismus čistého rozvoje dle Kjótského protokolu

Výrobní zástupci a servis firm:

• Weiss Umwelttechnik GmbH, SRN
• Weiss Technik UK, ANG
• Nikon Metrology Europe NV, JAP

• GÖTTFERT Werkstoff-Prüfmaschinen GmbH, SRN
• Heinrich Boreiss Prüfgerätebau GmbH, SRN
• Lorenz Messtechnik GmbH, SRN

• INNOVATEST Europe BV, NL
• SHIMADZU Corp., JAP
• HuDe GmbH, SRN

Více informací naleznete na našich internetových stránkách www.testsysteme.cz



Zákazník
Nabídka č.
Datum

4.3. ISM-EM

Intelligent Shaker Management - optimalizace řízení spotřeby energie vibračního zkušebního systému IMV ECO je systém, který monitoruje více než 100 parametrů daného vibračního zkušebního systému, které archivuje v případě poruchy. Díky tomu je možné zpracovat velice přesnou diagnostiku příčiny vzniku poruchy (i na dálku). Na základě analýzy uložených dat je možno optimalizovat postup odstranění poruchy a tak co nejdříve uvést systém do provozuschopného stavu. Systém ISM zahrnutý do technologie ECO dále umožňuje automaticky řídit výstup ze zesilovače, úroveň budícího pole, rychlost otáček chladicího ventilátoru a tím docílit maximální účinnosti vibračního systému.

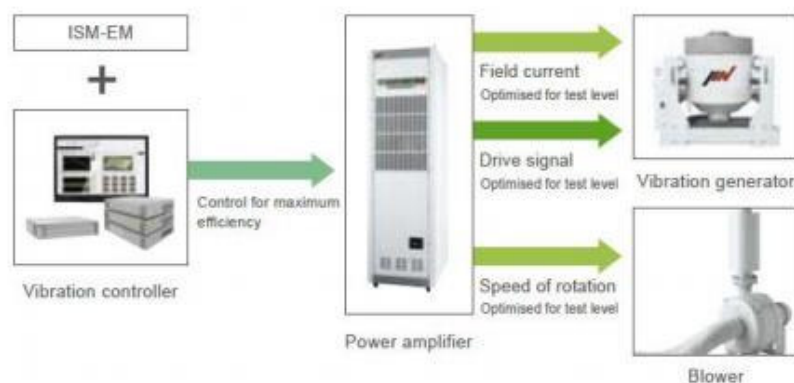


Schéma IMV ECO-shakeru

4.4. Vylepšení stávajícího systému

ISM-EM technologie může být dodatečně použita i ve stávajících IMV vibračních zkušebních systémech. Je nutno nainstalovat modul ISM-EM a speciální software.

4.5. Souhrn výhod technologie IMV ECO:

- 1) Šetrná k životnímu a pracovnímu prostředí
- 2) Splňuje Směrnici EK v oblasti energetické účinnosti a Kjótský protokol
- 3) Vysoká efektivita využití energie – možnost využití tepla k vytápění budovy
- 4) Nízká spotřeba energie
- 5) Nízké provozní náklady
- 6) Rychlá návratnost vstupních investic
- 7) ISM – inteligentní řízení a monitorování chodu vibračního zkušebního systému

Výhradní zastoupení a servis firem:

• Weiss Umwelttechnik GmbH, SRN
• Weiss Technik UK, ANG
• Nikon Metrology Europe NV, JAP

• GÖTTFERT Werkstoff-Prüfmaschinen GmbH, SRN
• Heinrich Boreiss Prüfgerätebau GmbH, SRN
• Lorenz Messtechnik GmbH, SRN

• INNOVATEST Europe BV, NL
• SHIMADZU Corp., JAP
• HuDe GmbH, SRN

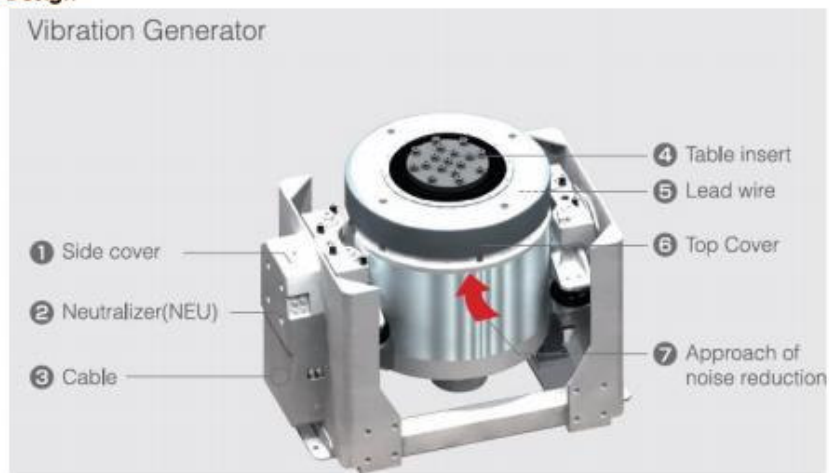
Více informací naleznete na našich internetových stránkách www.testsysteme.cz



5. Technologie

IMV se od své konkurence odlišuje zejména vyspělými technologiemi a patenty:

5.1. Design



(popis vibračního generátoru)

- 1 Boční kryt s přípojkami pro akcelerometry a dalších senzory.
- 2 Zařízení pro neutralizaci automaticky zajišťuje (neutrální) středovou polohu armatury prostřednictvím indukce
- 3 Kabely jsou připojeny přes boční kryt. Díky uložení kabelů v bočním krytu se zamezuje jejich pohybu v případě horizontálního provozu vibračního generátoru.
- 4 Snadné uchycení vzorků pomocí insertů.
- 5 Napájecí kabel pro přívod proudu do armatury podléhá mechanickému namáhání způsobeného vibracemi. IMV napájecí kabel je vyroben z kvalitního ohebného materiálu, který snižuje opotřebení a prodlužuje tak interval jeho výměny.
- 6 Horní kryt vyroben z lehkých materiálů. Lze snadno rozebrat a znovu připojit během údržby.
- 7 Snižování hluku díky optimalizovanému designu horního krytu shakeru. Nasávací otvory pro chlazení shakeru jsou speciálně navrženy tak, aby bylo dosaženo vysoké efektivity chlazení a zároveň nízkého průtoku vzduchu. Díky tomu systém chlazení produkuje mnohem nižší hluk, než konvenční systémy chlazení.

Výrobní zastoupení a servis firem:

• Weiss Umwelttechnik GmbH, SRN
• Weiss Technik UK, ANG
• Nikon Metrology Europe NV, JAP

• GÖTTFERT Werkstoff-Prüfmaschinen GmbH, SRN
• Heinrich Boreiss Prüfgerätebau GmbH, SRN
• Lorenz Messtechnik GmbH, SRN

• INNOVATEST Europe BV, NL
• SHIMADZU Corp., JAP
• HuDe GmbH, SRN

Více informací naleznete na našich internetových stránkách www.testsysteme.cz



Zákazník
Nabídka č.
Datum

5.2. Kontrola teploty magnetizační cívky

Mezi standardní výbavu elektrodynamických vibračních systémů IMV patří kontrola teploty magnetizační cívky a tlaková pojistka.

5.3. PSG (Parallel Support Guide)

Vysoce kvalitní systém stabilizace armatury. Kompaktní design poskytuje vysokou tuhost a eliminuje veškeré negativní kmity. Díky tomuto systému se armatura pohybuje 100% ve svislém směru. PSG nabízí 10x menší opotřebení oproti konvenčním systémům stabilizace a jeho údržba je velice snadná a rychlá.



(technologie PSG)

Výhradní zastoupení a servis firm:

- Weiss Umwelttechnik GmbH, SRN
- Weiss Technik UK, ANG
- Nikon Metrology Europe NV, JAP

- GÖTTERT Werkstoff-Pfumaschinen GmbH, SRN
- Heinrich Boreis Prüfgerätebau GmbH, SRN
- Larex Messtechnik GmbH, SRN

- INNOVATEST Europe BV, NL
- SHIMADZU Corp., JAP
- HuDe GmbH, SRN

Více informací naleznete na našich internetových stránkách www.testsysteme.cz



Zákazník
Nabídka č.
Datum

5.4. Testování v klimatických komorách

Testování lze provádět i za určitých klimatických podmínek. K simulaci vnějších vlivů lze využít klimatické komory výrobce **Weiss Umwelttechnik GmbH**.

Pozn. V případě testování v klimatických komorách IMV doporučuje používat integrovanou tepelnou izolaci, tzv. termobariéru (příplatková výbava).



(termobariéra a Head extension pro použití v klimatických komorách)



(klimatická komora WEISS Umwelttechnik)



(detail testovacího prostoru komory)

Výrobní zastoupení a servis firem:

- Weiss Umwelttechnik GmbH, SRN
- Weiss Technik UK, ANG
- Nikon Metrology Europe NV, JAP

- GÖTTFERT Werkstoff-Prüfmaschinen GmbH, SRN
- Heinrich Boreis Prüfgerätebau GmbH, SRN
- Lorenz Messtechnik GmbH, SRN

- INNOVATEST Europe BV, NL
- SHIMADZU Corp., JAP
- HuDe GmbH, SRN

Více informací naleznete na našich internetových stránkách www.testsysteme.cz



Sun Event Test Cabinet SUN 340



Příloha 4 (2/16) – Technický popis UV komory



Contents

	Page
The new features at a glance	3
Sun Event Test Cabinet SUN 340	4
Standard features	4
Performance data	5
Radiation unit	5
Temperature tests with radiation	6
Climatic tests with radiation	6
Temperature tests without radiation	6
Data for installation and operation	8
Layout	8
Dimensions and weights	9
Technical data	9
Design	11
Definitions and Notes	16



The new features at a glance

- Radiation unit "made in Germany"
- Optimized for solar simulation - global radiation
- Integrated ODF – outdoor filter system
- Optimized lamp housing
- Optimized electronic power supply unit
- Irradiation intensity infinitely variable approx. 400 to 1150 W/m²



Sun Event Test Cabinet SUN 340

Ordering code	67625353
Test space volume	approx. 335 litres
Dimensions test space	580 mm wide 765 mm deep 775 mm high

Standard features

- Radiation unit with metal-halide-lamp
- ODF – outdoor filter system
- Irradiation intensity measurement (1 value) incl. protocol
- Fresh air equipment
- Door switch

- Powder coated housing made of galvanised steel sheet
- Stainless steel inner test space
- 1 Entry port made of stainless steel, \varnothing approx. 50 mm, l. h. side
- 1 Entry port made of stainless steel, \varnothing approx. 125 mm, r. h. side
- 1 Shelf made of stainless steel
- Air-cooled refrigeration unit
- Psychrometric humidity measuring system
- Water supply tank for humidification water and installed appliance for automatic water replenishment
- Alarm at water shortage
- Comfortable 8" colour touch panel fixed on the door handle
- Highly efficient 32 bit control and monitoring system SIMPAC
- Interfaces USB and Ethernet
- Safety device for test specimens with independent temperature limiters t_{min} / t_{max}
- Factory calibration (WKD) of 2 temperature values and 2 climate values

- 1 Set of operating instructions
- Commissioning and test run in our company

Installation and commissioning

The installation of the demounted radiation unit will be done by customer on site according to our installation instructions.



Příloha 4 (5/16) – Technický popis UV komory

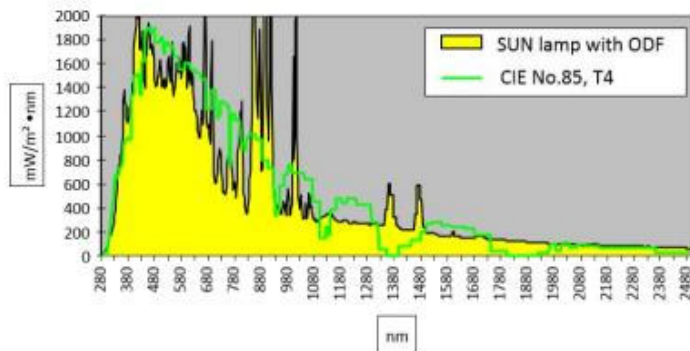


Performance data

Radiation unit

Kind of radiation	1 x 1.2 kW metal-halide-lamp
Radiation intensity	approx. 400 to 1150 W/m ² related to the reference level (radiation area), infinitely variable
Irradiation intensity measurement	1000 W/m ² (acc. to DIN 75220)
Regularity	±5 % related to the reference level
Radiation area	approx. 400 x 400 mm, in a distance of min. 480 mm from the chamber ceiling
Spectral power distribution	global radiation 280 to 3000 nm, recommended for aging testing, CIE Publ. No. 85 Tab. 4 and DIN 75220 Tab. 1, print 2/4

basis



Remark regarding radiation intensity:
factory-provided the radiation intensity will be set to 1000 W/m² (related to the reference level) according to the requirements of the standard DIN 75220. Setting of different values within the indicated intensity range can be done by input of % radiation intensity at the Touch Panel. For measuring of the radiation intensity in the reference level resp. outside the reference level a measuring sensor device (Pyranometer) is necessary. This measuring device is available as an option.

Příloha 4 (6/16) – Technický popis UV komory



Temperature tests with radiation

Temperature range -20 °C to +100 °C

Temperature deviation in time
in centre of working space ± 0.3 K to ± 1.0 K

Climatic tests with radiation

Temperature range +15 °C to +80 °C

Temperature deviation in time
in centre of working space ± 0.1 K to ± 0.5 K

Humidity range 10 % r. h. to 80 % r. h.

Dew point range +5 °C to +74 °C

Humidity deviation in time
in centre of working space ± 3 % r. h. to ± 5 % r. h.

Temperature tests without radiation

Temperature range -30 °C to +100 °C
up to -40 °C to +120 °C if light transmission
aperture closed with optional isolation cover

Temperature deviation in time
in centre of working space ± 0.1 K to ± 0.5 K

Temperature homogeneity
in space relative to the
set value ± 0.5 K to ± 1.5 K

Average temperature rate
of change,
according to IEC 60068-3-5,
measured in the supply
air stream Heating: 3.0 K/min
Cooling: 2.5 K/min

Heat compensation max. 2300 W

Factory calibration (WKD)
measured at¹ +23 °C and +80 °C

¹ In case the factory calibration (WKD) is not sufficient, the calibration will be done by Vötsch Industrietechnik GmbH

Příloha 4 (7/16) – Technický popis UV komory



Climatic tests without radiation

Temperature range +10 °C to +90 °C

Temperature deviation
in time
in centre of working space ±0.1 K to ±0.3 K

Temperature homogeneity
in space relative to the
set value² ±0.5 K to ±1.0 K

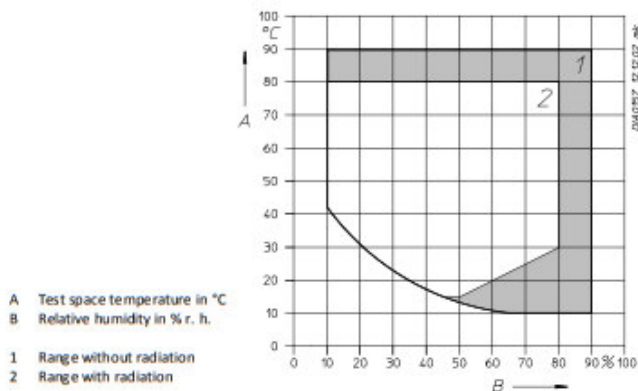
Humidity range 10 % r. h. to 90 % r. h.

Dew point range +5 °C to +87 °C

Humidity deviation
in centre of working space ±1 % r. h. to ±3 % r. h.



Continuously wetted, self cleaning
psychrometric humidity sensor,
temperature measuring sensor, test
specimen protection



Heat compensation 400 W in the range of +25 °C
to +90 °C with relative humidity
range up to 90 % r. h.

Factory calibration (WKD)
measured at³ +23 °C / 50 % r. h. and
+90 °C / 50 % r. h.

² At humidity values > 20 % r. h.

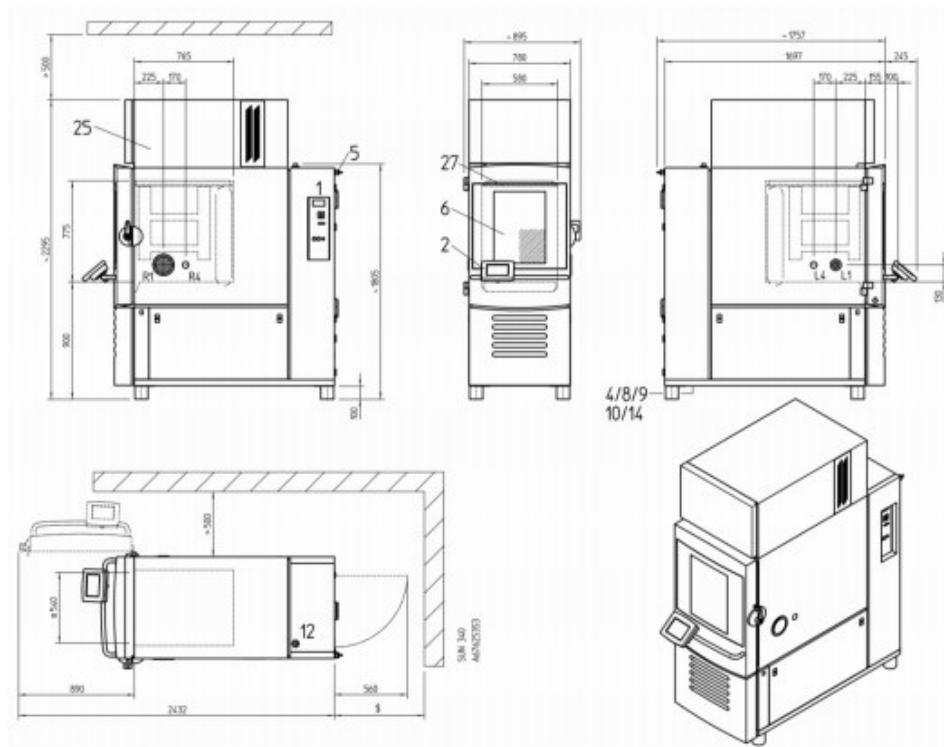
³ In case the factory calibration (WKD) is not sufficient, the calibration will be done by Vötsch Industrietechnik GmbH

Příloha 4 (8/16) – Technický popis UV komory



Data for installation and operation

Layout



- Entry port installed in basic version
R1: \varnothing approx. 125 mm, L1: \varnothing approx. 50 mm
R4 is an additional installation position (option)
L4 is an additional installation position (option)
Additional installation positions on request (only usable if reflector sheets are dismantled)
- 1 Main switch panel
- 2 8" colour touch panel
- 4 Connection for overflow and condensate drain
- 5 Electrical connection, cable length approx. 3.5 m
- 6 Door with window (option)
- 8 Cooling water inlet (option)
- 9 Cooling water outlet (option)
- 10 Connection for demineraliz. water (only for climatic test chambers)
- 12 Pressure compensation
- 14 Connection for compressed air (option)
- 25 radiation unit
- 27 isolation cover (option)
- # Distance between shelf supports
- § Escape route according to IEC 60364-729 (VDE 0100 Part 729)
- ~ Overall dimensions

Příloha 4 (9/16) – Technický popis UV komory



Dimensions and weights

Dimensions test space	580 mm wide 765 mm deep 775 mm high
Test space capacity	approx. 335 l
Dimensions cabinet (Transport dimensions)	895 mm wide 1860 mm deep 2295 mm high
Minimal transport dimensions ⁴	approx. 800 mm wide approx. 1760 mm deep approx. 1705 mm high*
	* with demounted radiation unit
Weight	approx. 580 kg net

Technical data

Operating conditions	ambient temperature: +10 °C to +35 °C; max. rel. air humidity 75 % r. h.; max. dew point +20 °C
Installation conditions	Please protect test chamber against direct sunlight and sources of heat.
Heat dissipation to installation space	max. approx. 5 kW
Sound pressure level	approx. 56 dB(A) measured in 1 m distance from the front and in 1.6 m height at free field measurement according to EN ISO 11201.
Drain for condensate and cleaning water	external screw thread G ¾" or hose connecting sleeve Ø 12 mm



Supply and disposal connections

⁴ Additional expenses possibly caused by disassembly of corresponding parts

Příloha 4 (10/16) – Technický popis UV komory



Electrical:

Nominal voltage	3/N/PE AC 400V $\pm 10\%$ 50Hz
Nominal power	approx. 5.8 kW
Nominal current	approx. 14 A (neutral conductor fully loaded)
Connector	CEE 32 A
Connection cable	approx. 3.5 m
Fuse protection provided by the customer	32 A slow blow, customer provided

Protection class	electrical compartment: IP 54 control unit: IP 54
------------------	--

Humidification water:

Humidification water quality	pH-value 6-7, demineralised water, conductivity 5-20 $\mu\text{S}/\text{cm}$,
------------------------------	--

Water consumption of humidification system	at +40 °C, 92% r. h. approx. 2 l/ 24 h
--	--

Příloha 4 (11/16) – Technický popis UV komory



Design

Radiation unit	<ul style="list-style-type: none">• metal-halide-lamp• radiation unit extractable• electronic power supply• connection to test cabinet control unit:<ul style="list-style-type: none">- radiation ON/OFF via digital channel- digital input of set value % intensity- display of working hours of "lamp on"
Filters system	<p>ODF - outdoor filter system: filter pane made of borosilicate, aged, heated double layer design, integrated in test space ceiling</p> <p>test cabinet prepared for installation of IDF – indoor filter pane; indoor filter pane available as option</p>
Casing	zinc plated sheet metal with resistant powder coating, colour: RAL 9002, grey-white
Door	one-hand operation, lockable, hinged on the left hand side, colour: RAL 9002, grey-white
Door switch	switching off the radiation unit when opening the door
Test space	<p>Stainless steel - grade 1.4301, test space floor made of higher quality, more corrosion-resistant stainless steel, grade 1.4404, matt, max. load of test space floor 60 kg (surface load), impressed side walls to accommodate shelves with a distance of 60 mm, internal racks must allow 20 mm space from the main walls.</p> <p>Total load shelf and test space floor max. 140 kg</p>



Lamp housing



Door lock

Příloha 4 (12/16) – Technický popis UV komory



Shelf	1 shelf made of stainless steel, a maximum of 8 shelves is possible, max. load for each shelf: 30 kg (surface load), max. total load 80 kg
Entry ports made of stainless steel	1 entry port \varnothing approx. 50 mm l. h. side, 1 entry port \varnothing approx. 125 mm r. h. side, each including 1 complete silicone sealing plug, 1 slotted foam-silicone sealing plug
Air circulation conditioning	at rear wall, with axial flow fan
Air flow	air inlet via perforated floor element, air outlet suction underneath ceiling of the air treatment compartment
Refrigeration unit	air-cooled refrigeration unit with continuously variable power adjustment by SIMPAC and CFC-free refrigeration cycle
Refrigerant	chloride-free refrigerant R 404 A without ozone depletion potential, fill quantity R 404 A: 2.5 kg,
Condensation protection	can be switched on to avoid condensation on test specimens. This is achieved via separate dehumidifying coil.
Fresh air equipment	to reduce test specimens emission, additional switch able in a temperature range from +15 °C to +80 °C stage 1 = 1.5 m ³ /h stage 2 = 5.0 m ³ /h



Entry ports with silicone plug



Machine unit

Příloha 4 (13/16) – Technický popis UV komory



Climatic system:

Humidification

water bath with temperature control, aerosol-free humidification and dehumidification,

Water supply

integrated supply tank 20 l, installed appliance for automatic water replenishment, alarm at water shortage

Dehumidifier

separate dehumidifying coil

Cleaning device

the quality of the humidifying water is guaranteed through the cyclic water exchange.

Control system:

SIMPAC

Control is governed by the 32bit I/O system with integrated soft PLC. A web server can place test and diagnosis information in the intranet via Ethernet if desired. Graphical representation of set point and actual value.

Colour touch panel

8" colour touch screen monitor, fixed on the door handle, to facilitate operation monitoring.



Colour touch screen 8"

Test Cabinet protection

safety temperature limiter (STB) for protection of the test cabinet against overheating

Switching-off of test specimens

potential-free contact especially for heat emitting test specimens, lead onto socket, max. load 24 V, 0.5 A

Test specimen protection

independent adjustable temperature limiter t_{min}/t_{max} , sensor in test space installed, individually adjustable fixed values

adjustable software temperature limiter min/max, individually adjustable fixed values



Independent adjustable temperature limiter

Příloha 4 (14/16) – Technický popis UV komory



Interfaces:

Digital I/O

4 digital outputs for switching of customers' equipment via potential free contacts, load max. 24 V-DC, 0.5 A

4 digital inputs for feedback from customers' equipment, load max. 24 V-DC, approx. 30 mA

USB

for external saving of programmes and measuring data

Ethernet

100/10 megabit for integration into network or connection with customer's computer

Different customer protocols, ASCII-1, ASCII-2 and SimServe, are integrated in the test chamber.

The test chamber can be operated/controlled via Ethernet interface or RS 232 interface (option) and customer protocols. This occurs via a superordinated customer system.

The standard climatic chambers can be controlled via the protocols ASCII-1 and ASCII-2-Basic.

It is possible to control each test chamber extension via the protocols ASCII-2-Dynamic and SimServe.

Variations of the ASCII-2-Dynamic-Protocol occur via programming in the superordinated customer system.

ASCII-2-Customized (option)

Adjustment of the ASCII-2 according to customer requirements or to an already existing reference chamber.



Main switch panel and independent adjustable temperature limiter

Příloha 4 (15/16) – Technický popis UV komory



Measuring sensors:

Temperature	platinum measuring sensor Pt 100
Climate	psychrometric humidity measurement with continuously wetted, self-cleaning wet-bulb sensor

Radiation unit

The radiation system is consisting of the **lamp unit** and the **power supply unit**.

Lamp unit

The lamp unit will be installed on top of the climatic test cabinet. The radiation into the test cabinet is made through the ODF – outdoor filter system (two layer glazing).

The lamp unit consists basically of the lamp housing, the bulb, a reflector system and an igniter.

As **bulb** is an Osram HMI bulb – a metal-halide-lamp – used which is optimized for solar simulation / total or global radiation.

The spectral distribution of the system is based on the requirements for the "**Total Radiation**", as shown in the CIE Publ. No. 85 Tab.4. The spectral power distribution is in accordance to the percentages shown for the different spectral ranges in DIN 75220, Tab. 1., the so-called "Outdoor Spectrum".

The **lamp housing** is made by anodized aluminum; the mounting components are stainless steel. To minimize the thermal impact on the bulb the lamp is design for good heat dissipation at bulb socket and reflector. The bulb change can be carried out very easily and fast, to keep the service time as short as possible.

Power Supply unit

The lamps are supplied by electronic power supplies. This power supplies are specially designed for the use in sun simulation systems.

A providing with a permanent regulation function of the output power is given. The chosen irradiation power will be stabilized by a permanent regulation of lamp voltage **and** lamp current. The power supplies are provided a power factor of 0.98.



Lamp unit



Electronic power supply



Definitions and Notes

The temperature and humidity deviation, in time, mentioned is measured in the centre of the test space. This is with stabilised conditions, without test specimens and without heat load and without optional accessories in the test space.

The factory calibration (WKD) of the temperature and humidity values will be made by using calibrated measuring equipment in the centre of the test space. The calibration is documented with a certificate.

Optionally we can offer a DAkkS-calibration as well as a spatial calibration according to factory(WKD)- or DAkkS-calibration. These calibrations will be done by Vötsch Industrietechnik GmbH. The DAkkS is member of EA (European co-operation for Accreditation) as well as ILAC (International Laboratory Accreditation Cooperation).

All figures are average values of the basic equipment and are valid at +25 °C ambient temperature and a nominal voltage of 400V/50 Hz, without test specimens, without heat irradiation and without optional accessories.

The sensors for control and temperature limitation are fitted in the inlet air stream of test volume.

The equipment is designed for installation in dry and aerated rooms with max. permissible air contamination according to EN 50178 class 2: 1997.

The EMC test (electromagnetic compatibility) and the statements regarding interference are according to EN 61000-6-3: 2007. The interference immunity is according to EN 61000-6-2: 2005.

Test space with low emission due to application of tempered silicone components. If the test space has to be emission-free, this has to be clarified technically and can be offered on request.

Tests with temperatures $>+5$ °C can be run in continuous operation, $< +5$ °C discontinuously or with the optional accessory compressed air dryer.

The illustrations are examples of designs. Deviations resulting from technical progress are possible.