

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

**KATEDRA ELEKTROMECHANIKY A VÝKONOVÉ
ELEKTRONIKY**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**Počítačová podpora konstrukce Elektrických Systémů
leteckých interiérů**

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta elektrotechnická

Akademický rok: 2014/2015

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Pavel SEDLÁČEK**
Osobní číslo: **E12B0095K**
Studijní program: **B2644 Aplikovaná elektrotechnika**
Studijní obor: **Aplikovaná elektrotechnika**
Název tématu: **Počítačová podpora konstrukce Elektrických Systémů letec-
kých interiérů**
Zadávací katedra: **Katedra elektromechaniky a výkonové elektroniky**

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

Navrhněte vypracování tras elektrických svazků ve 3D CAD systému.

1. Návrh tras elektrických svazků ve 3D CAD systému pomocí modulu Trasování (Routing). Popsání modulu Trasování a principu návrhu trasy vodiče (svazku).
2. Praktické zpracování 3D modelu a výkresové dokumentace části elektrického systému (kabelové svazky, oddíl vybavený elektrickým spotřebičem, část elektrické instalace). V rozsahu daném vedoucím práce.



Rozsah grafických prací: **podle doporučení vedoucího**

Rozsah pracovní zprávy: **20 - 30 stran**

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

Seznam odborné literatury:

- 1. Technické specifikace výrobce letadla Frame a Interface specification (AIRBUS).**
- 2. Manuál pro uživatele SolidWorks.**
- 3. Internetové zdroje.**

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Petr Řezáček, Ph.D.

Katedra elektromechaniky a výkonové elektroniky

Datum zadání bakalářské práce: **15. října 2014**

Termín odevzdání bakalářské práce: **8. června 2015**

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



Prof. Ing. Václav Kús, CSc.
vedoucí katedry

V Plzni dne 15. října 2014

Anotace

V práci jsou popsány základní postupy a principy použití modulu Trasování v programu SolidWorks pro návrh trasy elektrických svazků. Praktické zpracování části elektrické instalace v kuchyňce do třídy letadel A320-Family.

Klíčová slova

SolidWorks, Trasování, Routing, A320-Family, Galley, ME10, Completion Kit, Airbus, Svazek, konduit, Kompartment, Bonded structure, Green Galley, Zemnění.

Abstract

The bachelor's thesis deals with basic application approaches and principles of Routing module in the Solid Works program for designing routes of electrical bundles. The practical part describes electrical installation in the aircraft galley of the A320 family class.

Key words

SolidWorks, Routing, A320-Family, Galley, ME10, Completion Kit, Airbus, Cable loom, Conduit, Compartment, Bonded structure, Green Galley, Grounding.

Prohlášení

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

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

.....

podpis

V Plzni dne 3.6.2015

Pavel Sedláček

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu bakalářské práce Ing. Petrovi Řezáčkovi, Ph.D., konzultantovi Ing. Antonínu Benediktovi a výrobní společnosti Zodiac Aerospace s.r.o. za cenné profesionální rady, připomínky a metodické vedení práce i za poskytnuté materiály k této bakalářské práci.

V Plzni dne 3.6.2015

podpis.....

Obsah

OBSAH	7
SEZNAM OBRÁZKŮ	8
SEZNAM SCHÉMÁT	8
SEZNAM PŘÍLOH	8
1. BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	9
1.1 ÚVODNÍ SLOVO	9
1.2 OBECNÝ POPIS PROGRAMU SOLIDWORKS	9
1.2.1 Program správy dat - PDM.....	10
1.3 POUŽITÍ PROGRAMU SOLIDWORKS PŘI NAVRHOVÁNÍ LETECKÝCH INTERIÉRŮ	11
1.4 MODUL TRASOVANÍ.....	12
1.5 POPIS MODULU TRASOVANÍ	13
1.5.1 Připojovací body - CPoints	13
1.5.2 Trasovací body – RPoints.....	13
1.5.3 Vytvoření trasy.....	14
1.5.4 Rozdělení skici - Split route	15
1.5.5 Přidání zaoblení - Add Bends	15
1.5.6 Automatické vytvoření trasy - Auto Route	16
1.6 VYTVOŘENÍ PLÁŠTĚ VODIČE - COVERING.....	16
1.7 ZÁVĚREČNÉ SHRNUÍ MODULU TRASOVANÍ.....	17
2 TEORETICKÝ ÚVOD, POPIS MODULŮ GALLEY	18
2.1 UMÍSTĚNÍ MODULŮ V LETADLE A320	19
3 PRAKTICKÁ ČÁST ZPRACOVÁNÍ	20
3.1 ZADÁNÍ ÚKOLU	20
3.2 POPIS STRUKTURY ACP GALLEY.....	21
3.3 ÚPRAVY ELEKTRICKÉ INSTALACE	23
3.4 PŘIPOJOVACÍ TUNEL TRUB – OVEN TUNNEL.....	23
3.5 ARINC SPECIFIKACE.....	24
3.6 ZEMNÍ PÁSKY - GROUNDING FRAMES	25
3.6.1 Měření přechodového odporu.....	27
3.7 INSTALACE KABELOVÝCH SVAZKŮ.....	28
3.8 VYVAZOVÁNÍ SVAZKŮ	29
3.9 ZNAČENÍ KABELOVÝCH SVAZKŮ	29
3.10 SVAZKY INSTALOVANÉ DO CHRÁNIČKY - KONDUIT	30
3.11 INSTALACE KONDUITŮ	31
3.12 INSTALACE SVAZKU DO PRŮCHOZÍCH DĚR.....	32
3.13 CELKOVÝ POPIS NAVRŽENÉHO PROSTORU TRUB.....	34
4 ZÁVĚREČNÉ SHRNUÍ	34
5 ZÁVĚR	35
SEZNAM LITERATURY A INFORMAČNÍCH ZDROJŮ	36

Seznam obrázků

OBR. 1: OBLASTI POUŽITÍ SOLIDWORKS. [1]	10
OBR. 2: PŘÍKLADY POUŽITÍ V ELEKTROTECHNICE (PŘEVZATO Z [3]).....	12
OBR. 3: PŘÍKLAD POUŽITÍ PŘI NÁVRHU KABELÁŽE V ROZVADĚČI (PŘEVZATO Z [4])	12
OBR. 4: PŘÍKLAD UMÍSTĚNÍ CPOINTS.....	13
OBR. 5: PŘÍKLAD UMÍSTĚNÍ RPOINTS NA KABELOVÝCH PŘÍCHYTKÁCH	14
OBR. 6: ROZBOČENÍ SVAZKU U KONEKTORU	15
OBR. 7: PŘÍKLAD PŘIDÁNÍ ZAOBLNĚNÍ.....	15
OBR. 8: PŘÍKLAD URČENÍ BODŮ PRO AUTOMATICKOU TRASU (PŘEVZATO Z [5]).....	16
OBR. 9: PŘIDÁNÍ PLÁŠTĚ VODIČE - FUNKCE COVERING.....	17
OBR. 10: LETADLO A318 PATŘÍCÍ DO RODINY A320 – FAM (PŘEVZATO Z [6])	18
OBR. 11: UKÁZKA NĚKOLIKA VARIANT UMÍSTĚNÍ KITŮ (PŘEVZATO Z [7])	19
OBR. 12: UMÍSTĚNÍ MODULŮ V TRUPU LETADLA [8]	20
OBR. 13: STANDARDNÍ ELEKTRICKÁ VÝBAVA GREEN GALLEY (QATAR).....	22
OBR. 14: CUSTOM GALLEY - KONEČNÝ VZHLED	23
OBR. 15: PŘIPOJOVACÍ TUNEL TRUB, ROZMÍSTĚNÍ NA KONEKTOROVÉ DESCE	24
OBR. 16: ROZMÍSTĚNÍ KONEKTORŮ ARINC PRO TROUBY, 1 – ELEKTRICKÝ KONEKTOR, 2 – VODNÍ KONEKTOR, 3 – VODÍCÍ DÍRY PRO TRNY TRUB	25
OBR. 17: SLOŽITĚJŠÍ TVAR ZEMNÍHO PASU.....	26
OBR. 18: PŘÍKLAD BROUŠENÉHO SPOJE	26
OBR. 19: ZABARVENÉ SPOJE ZEMNÍHO PASU.....	27
OBR. 20: PŘÍKLADY SPRÁVNÉHO A CHYBNÉHO PŘEVZATÍ SVAZKU (PŘEVZATO Z [10]).....	28
OBR. 21: UCHYCENÍ SVAZKU NA SPACERECH.....	28
OBR. 22: VYVÁŽENÍ SVAZKU, HORNÍ SPRÁVNĚ, SPODNÍ CHYBNĚ (PŘEVZATO Z [10]).....	29
OBR. 23: ZNAČENÉ KABELOVÝCH SVAZKŮ	30
OBR. 24: BAREVNÉ ZNAČENÍ FÁZOVÝCH VODIČŮ	30
OBR. 25: PŘÍKLAD VYÚSTĚNÍ SVAZKU Z KONDUITU (PŘEVZATO Z [10]).....	31
OBR. 26: URČENÍ MINIMÁLNÍHO OHYBU (PŘEVZATO Z [10]).....	32
OBR. 27: NAŘÍZNUTÍ VLNOVCE V NEJNIŽŠÍM BODĚ (PŘEVZATO Z [10]).....	32
OBR. 28: PŘÍKLAD DĚLENÝCH PRŮCHODEK.....	33
OBR. 29: PŘÍKLADY TMELENÍ PRŮCHODEK.....	33

Seznam schémat

SCH. 1: PŘÍKLAD MĚŘENÍ PŘECHODOVÉHO ODPORU	27
--	----

Seznam příloh

PŘÍLOHA Č. 1: DATASHEET PRO PARNÍ TROUBU.	37
PŘÍLOHA Č. 2: VÝŘEZ Z VÝKRESU GND CABLES	38
PŘÍLOHA Č. 3: VÝŘEZ Z VÝKRESU ELECTRICAL INSTALLATION.....	39
PŘÍLOHA Č. 4: VÝŘEZ Z VÝKRESU GROUNDING DIAGRAM.....	40
PŘÍLOHA Č. 5: VÝŘEZ Z VÝKRESU KITU PARNÍCH TRUB (COMPLETION KIT).	41

1. Bakalářská práce

1.1 Úvodní slovo

Tato bakalářská práce popisuje základní postupy použití zásuvného modulu Trasování (Routing) při navrhování tras svazků vodičů v části obslužných kuchyněk v letadlech třídy A320-Family. Pro tyto účely byla vybrána kuchyňka (Galley) v zadní části letadla. V první části práce jsou zmíněny metody při prvním návrhu trasy kabelových svazků pomocí modulu Trasování. Samotný modul obsahuje řadu pokročilých funkcí, ale v této práci bych rád zmínil pouze funkce, které jsou prakticky používány ve společnosti Zodiac Aerospace s.r.o. V druhé části je zmíněna praktická aplikace a použití této metody na konkrétním návrhu kuchyňky pro zákazníka. V teoretické části jsou popsány všechny důležité specifikace a příklady jejich praktického provedení tak, aby bylo vyhověno předpisům pro leteckou bezpečnost. Přílohy pak obsahují technické výkresy provedení elektrické instalace v dané části.

1.2 Obecný popis programu SolidWorks

Program SolidWorks je moderní 3D CAD program určený zejména pro navrhování a vytváření 3D modelů a jejich následné zpracování do výkresové dokumentace. Jedná se o plně parametrický program, který umožňuje rychlou realizaci návrhu do 3D modelu s možností snadné modifikovatelnosti jeho rozměrů s nízkými časovými nároky na následnou opravu výkresové dokumentace. SolidWorks umožňuje spojení mezi modelováním dílu, sestavy a vytvořením výkresu. Asociativita mezi dílem, sestavou a výkresem znamená, že změny provedené v jednom se promítnou do dalších. Se stoupající konkurencí v této třídě programů se snaží SolidWorks nabízet co největší spektrum rozšiřujících aplikací, a tak poskytnout ucelený systém toku informací v průběhu celého výrobního procesu „Work-flow“. To začíná návrhem 3D modelu, tvorbou 2D výkresu, uložením dat na centrálním uložišti PDM a v neposlední řadě také snadným vytvořením návodu a manuálů. Tyto funkce jsou řešeny v rámci balíčků, které lze dokoupit dle požadavku zákazníků. Možnosti tohoto programu se tak rozšiřují a nabízí tak široké uplatnění v různých, nejen průmyslových odvětvích. Jednou s mnoha funkcí programu SolidWorks je i funkce Trasování. Modulem Trasování se budu podrobněji zabývat v následujícím textu práce. Rád bych se také zmínil o programu PDM, který nám pomáhá se správou a sdílením dat s ostatními sesterskými firmami.



Obr. 1: Oblasti použití SolidWorks.[1]

1.2.1 Program správy dat - PDM

Program správy dat (**P**roduct **D**ata **M**anagement) umožňuje mít přehled o úpravách souborů, a tím s nimi efektivněji pracovat. Tento program je přizpůsobený potřebám využívajícím software SolidWorks, ale zároveň umožňuje správu dat i pro ostatní formáty souborů, běžně používané naší firmou. Jeho hlavním cílem je omezení možnosti přepsání, vymazání nebo duplikování dat v rámci celé naší pracovní skupiny. PDM je u nás využíván všemi pracovními odděleními, která mohou data zpracovat téměř okamžitě po jejich vložení do systému. Z hlediska našeho konstrukčního oddělení nám tento systém umožňuje rychlé zařazení nově vytvořeného souboru pod projektové číslo, přehled o celkovém postupu prací a v neposlední řadě možnost přidávání statusů dat. Je tím míněno přidávání statusu „Zkontrolováno“, „Vydáno“ nebo popřípadě „Zrušeno“. Je pro nás také přínosný z hlediska čitelnosti historie úprav a dalších operací se soubory. Snadno se nastaví a zaznamenává historie úprav, takže můžete zjistit, kdo jiný s ním pracoval a kdy tyto úpravy provedl.[2]

1.3 Použití programu SolidWorks při navrhování leteckých interiérů

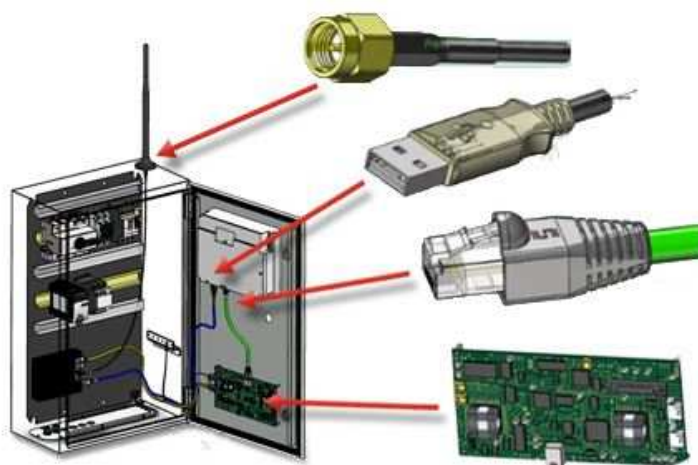
Historie programu se v naší společnosti začala psát v roce 2003. Bylo to v období zvýšeného nárůstu zakázek od leteckých společností a firma si uvědomila, že bez moderního CAD programu bude její pozice na poli konkurence značně omezena. V této době byl naší firmou používán program ME10, který byl již značně zastaralý, a také neexistoval sdílený prostor pro data, což znamenalo dosti obtížnou komunikaci v pracovním týmu i v rámci celé firmy.

V prvopočátcích byl používán, tehdy nový, SolidWorks 2004. Prvním úkolem bylo zpracovat několik již existujících projektů do 3D (do parametrického zobrazení v trojrozměrném prostoru). Již při překreslování prvních dílů bylo jasné, že tento program má velkou budoucnost, protože dokázal okamžitě odhalit velké množství nepřesností v sestavení dílů. V této době bohužel nebylo možné program využít zcela a proto musel běžet paralelně s programem ME10. Bylo to hlavně z důvodů hardwarového vybavení i využití operační paměti 32 bitového operačního systému. Tehdy pro nás bylo těžce představitelné, že systémová část, jako rozvody vzduchu, vody a elektrická instalace by mohly být kresleny ve 3D.

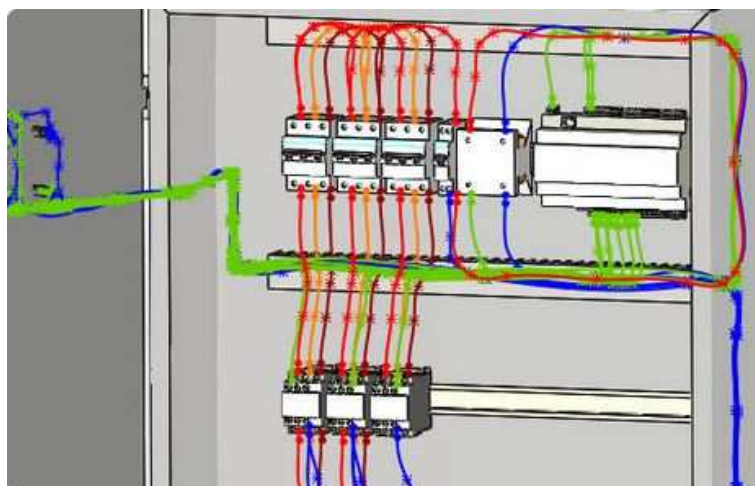
V současnosti je situace naprosto odlišná a je pro nás zcela přirozené používat SolidWorks pro vytváření kompletního modelu i následné výrobní dokumentace ve 3D. Použití SolidWorksu nebo jiného alternativního 3D CADu je také podmínka většiny výrobců letadel při následné komunikaci a výměně dat. Nyní jsme v případě různých nesrovnalostí nebo kolizí ve fázi přípravy 3D modelu schopni reagovat okamžitě, tedy dříve než dojde k samotnému sestavení dílů ve výrobě. Máme sice ještě několik dalších cílů ve vylepšení správy a toku dat, ale je jasné, že SolidWorks je správná cesta a jistě povede ke zvýšení produktivity navrhování kuchyněk. Stále přežívající program ME10 je nyní používán jen ke čtení starších dat a jeho éra je téměř nenávratně pryč. V následujícím období by se všechna stará a nepoužívaná data měla převést do formátů, které by měly být čitelné v SolidWorksu, a ME10 by měl být zrušen.

1.4 Modul Trasování

Jednou s mnoha funkcí programu SolidWorks je i možnost využívat množství přídatných modulů. Jedním z nich je také modul Trasování (Routing). Tento modul je součástí prémiové licence a slouží k Trasování potrubí nebo elektrických kabelových rozvodů v 3D prostoru. Tento modul umožňuje snadné a rychlé provedení trasy kabeláže v závislosti na tvaru objektu, v němž má být realizována. Příklady použití jsou ukázány na Obr. 2 a Obr. 3.



Obr. 2: Příklady použití v elektrotechnice (převzato z [3])

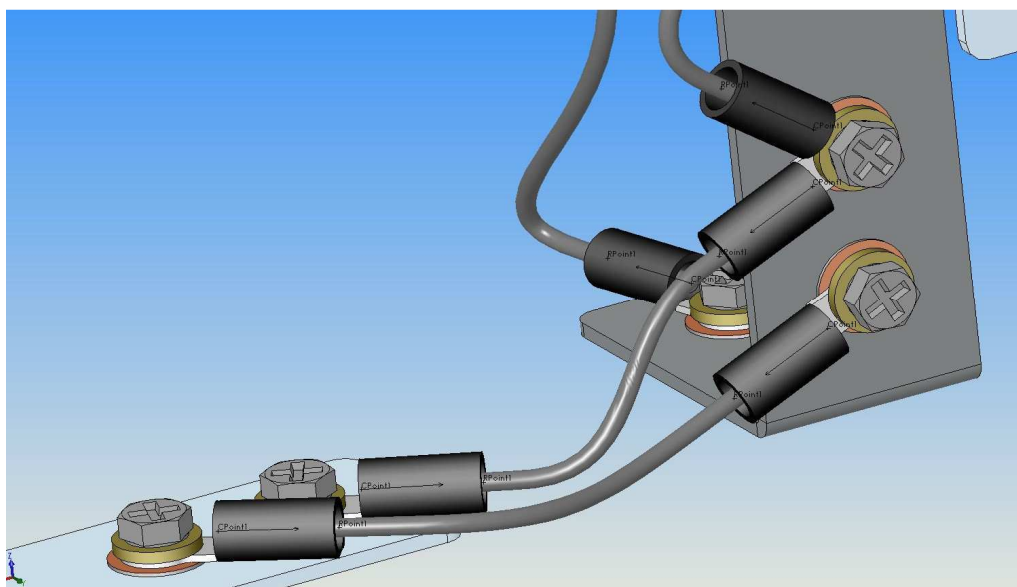


Obr. 3: Příklad použití při návrhu kabeláže v rozvaděči (převzato z [4])

1.5 Popis modulu Trasování

1.5.1 Připojovací body - CPoints

Základní princip Trasování spočívá v tažení 3D skici (Spline) předpokládanou trasou mezi stanovenými díly, jako jsou konektory, koncovky a jiná zakončení svazku. Pro definici trasy se používají body, které určují směr a zakončení svazku. Body určující zakončení trasy a směr vstupu do kabelové koncovky se nazývají CPoint (Connection point). Tyto body se také používají k definici jmenovitého průměru svazku a jeho typu (viz Obr. 4).[5]

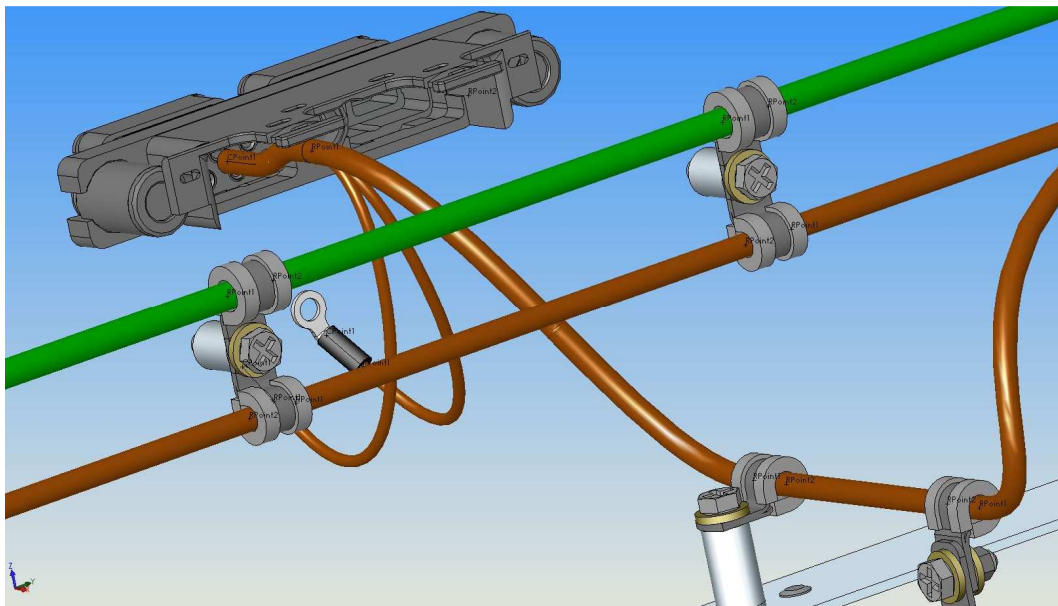


Obr. 4: Příklad umístění CPoints

1.5.2 Trasovací body – RPoints

Dalšími důležitými body jsou trasovací body RPoints (Route points), které slouží k umístění kabelové koncovky na konec skici kabelového svazku, anebo pomáhají definovat trasu 3D skici v případě průchodu kabelové svorky nebo průchodkou stěny (viz Obr. 5).

V naší firemní praxi se však ukázalo, že tyto body lze plnohodnotně nahradit pouze osami prvku, který je součástí trasy vodiče. Může to být například kabelová průchodka nebo příchytka svazku.



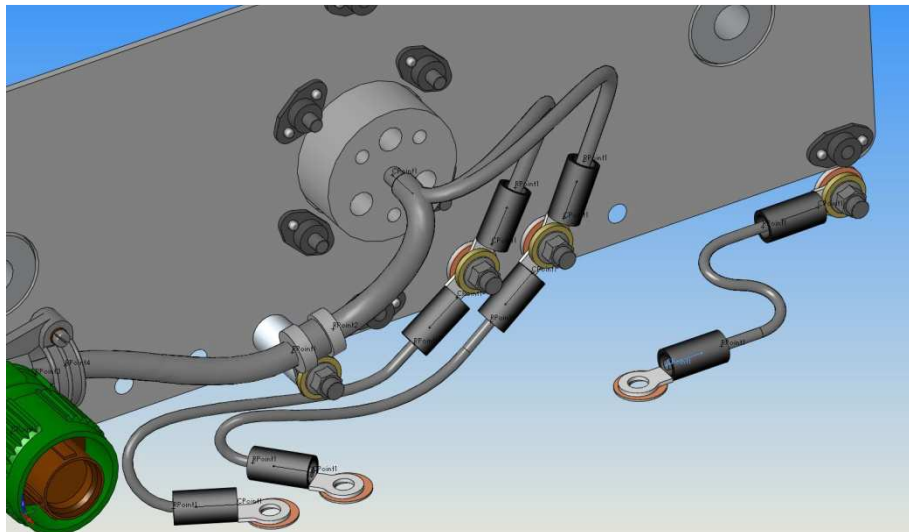
Obr. 5: Příklad umístění RPoints na kabelových příchytkách

1.5.3 Vytvoření trasy

Trasy kabelového svazku lze pak jednoduše vytvořit pomocí standardních nástrojů pro kreslení skic a křivek ve 3D prostoru. V modulu Trasování je způsob vytváření skici usnadněn právě definovanými CPoints a RPoints. Skica je vedena právě těmito body, a proto odpadá nutnost přidání vazeb na okolní 3D prostor, tak jak by to bylo nutné v klasickém skicovacím prostoru. Průchodem skici těmito body se zároveň tvoří vazby, které umožňují snadnou následnou modifikaci polohy jednotlivých průchozích bodů. Pokud máme již vytvořenou skicu, pak lze také použít obrácený způsob, kdy jednotlivé prvky, jako klemy nebo průchodky, je možné vkládat přímo na skicu. Tento způsob je však vhodný pouze v případě, kdy máme jasně definovaný tvar a směr trasy skici a kde se již nepředpokládá další změna. V naší firmě je využíván tento způsob minimálně. Prvně zmíněný způsob je používán ve většině případů právě proto, že skica trasy je značně závislá na mnoha faktorech, které se velmi často mění. Právě pro rychlost a následnou možnost snadné modifikace trasy je tento způsob vhodný.

1.5.4 Rozdělení skici - Split route

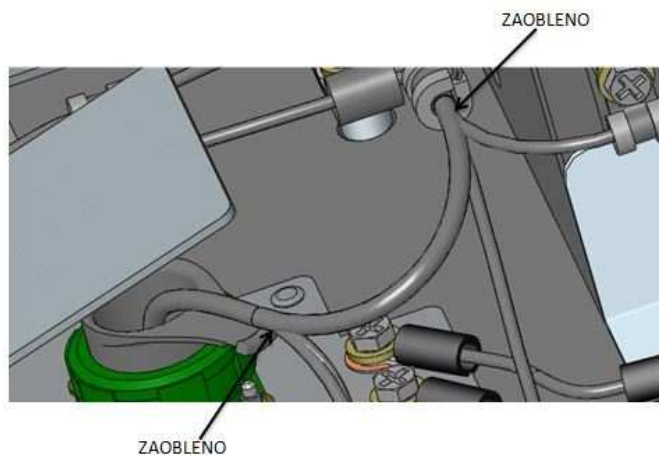
Split route je příkaz sloužící pro rozdělení trasovací skici a je používán při potřebě vytvoření odbočky z kabelového svazku (viz Obr. 6). Na skice se označí místo, kde předpokládáme odbočku, která je následně vytvořena příkazem.[5]



Obr. 6: Rozbočení svazku u konektoru

1.5.5 Přidání zaoblení - Add Bends

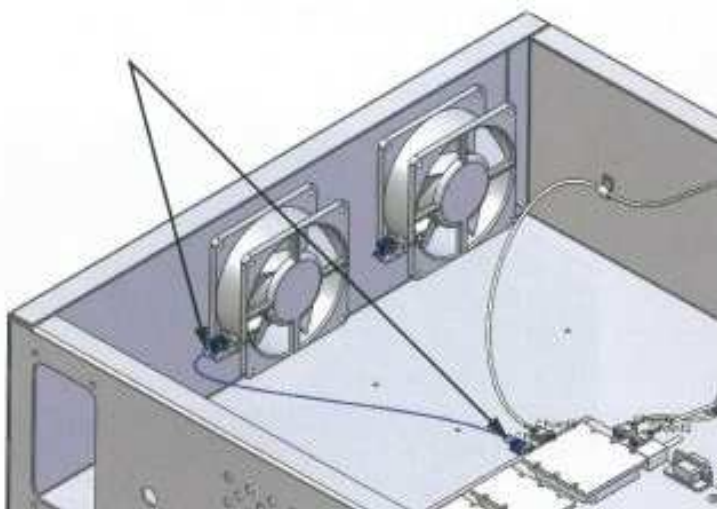
Pokud je vytvořena odbočka, pak je nutné přidat také zaoblení v místě rozdělení. Toto provádíme příkazem Add Bends a výběrem požadovaného zaoblení označíme daný bod odbočky (viz Obr. 7). Požadovaného tvaru drátu lze také dosáhnout tangenciální vazbou přímo ve skice routingu.



Obr. 7: Příklad přidání zaoblení

1.5.6 Automatické vytvoření trasy - Auto Route

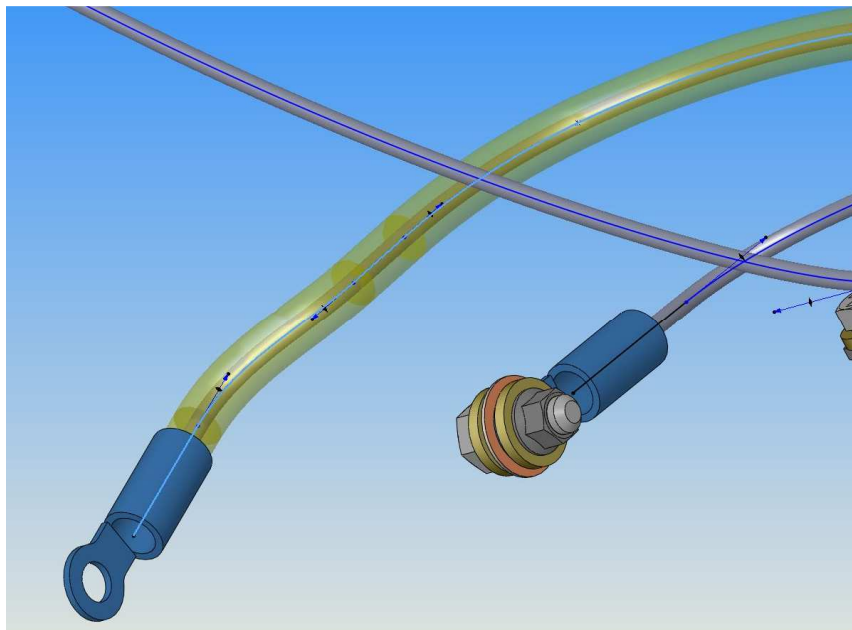
Tuto funkci používáme při tvarově nekomplikovaném prostoru a umožňuje nám rychle spojit dané body na trase. V rámci tohoto příkazu můžeme zvolit trasování cesty buď pomoci ortogonálních čar, nebo prostorové křivky (viz Obr. 8). Na obrázku je uveden modelový příklad uvnitř nezastavěného prostoru boxu. Pro definici tohoto příkazu stačí zadat počáteční a koncový bod trasy.[5]



Obr. 8: Příklad určení bodů pro automatickou trasu (převzato z [5])

1.6 Vytvoření pláště vodiče - Covering

V případě potřeby grafického znázornění dodatečné izolace vodiče konduitem (konduít – plastová chránička kabelového svazku) nebo smršťovací bužírkou lze pro naše účely použít funkci Covering. Ve funkci Covering lze nadefinovat tloušťku ochrany vodiče tak, aby vizuálně seděla v uchycovacích bodech svazku na definované délce trasy (viz Obr. 9). Na obrázku je ukázán nově přidáný plášť vodiče v popředí a vodič bez pláště v dolní části obrázku. Rozsah této funkcionality je mnohem širší než jsem zde popsal, ale pro naše účely je zatím postačující jen výše popsaná možnost.



Obr. 9: Přidání pláště vodiče - funkce Covering

1.7 Závěrečné shrnutí modulu Trasování

Ve výše uvedeném textu jsem se snažil popsat běžně používané kroky, prováděné při návrhu trasy kabelového svazku. Uvedené funkce jsou jen malá část z toho, co je možné využít. S ohledem na druh naší práce je to však dostačující základ pro naše konstrukční řešení elektroinstalace během návrhu. Z funkcí, které by bylo užitečné používat v budoucnu, bych rád vyzdvihl knihovny prvků a dílů a funkci automatického vytvoření kabelového svazku. Současná praxe nás však nutí používat jen omezené množství funkcí a to hlavně z důvodů nedostatečně připraveného programu PDM a nízkého proškolení zaměstnanců z oddělení systémů. Tento problém se již začal řešit na úrovni vedoucích pracovníků oddělení konstrukce a po organizačních změnách by mělo také dojít k rozšíření použití tohoto modulu.

Současná praxe je nejprve vytvoření schémat svazku bez modulu Trasování, jen jako 2D výkres, a následně je dodatečně dokreslena trasa kabelového svazku. Tento postup není v souladu se samotnou strukturou programu, ale pokud by se podařily prosadit výše zmíněné kroky, pak bychom mohli provést kompletní realizaci návrhu včetně detailních výkresů kabelových svazků a následně vytvořit i knihovny kabelových svazků.

2 Teoretický úvod, popis modulů Galley

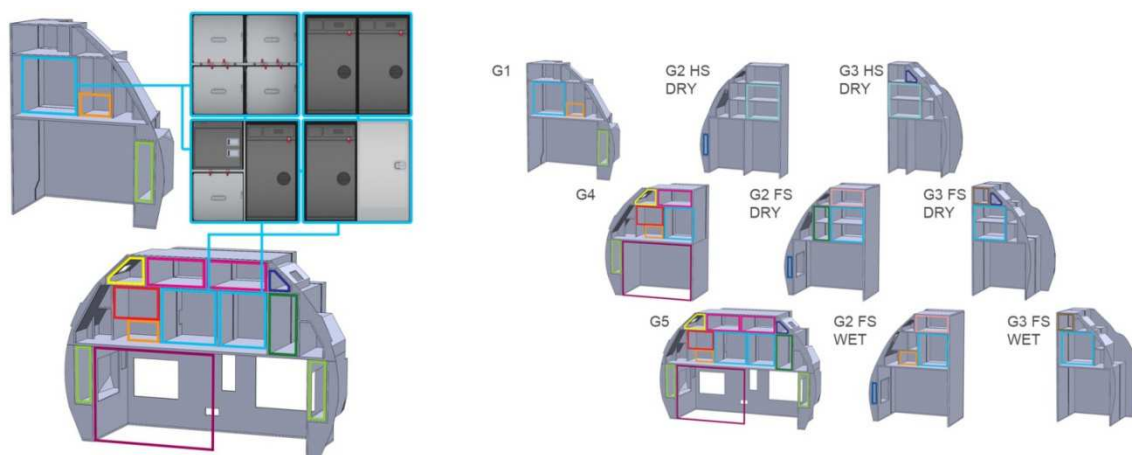
V této části práce bych se rád věnoval praktickému použití programu SolidWorks při návrhu kompartmentu (prostor uvnitř kuchyňky určený pro instalaci spotřebičů nebo pro úložné boxy) s využitím modulu Trasování. Jak bylo již zmíněno, naše společnost se hlavně zabývá výrobou kuchyňek (Galleys) úložných skříněk (Stowages) a dalších interiérových prvků pro letadla společnosti Airbus. V průběhu několika posledních let jsme se plně specializovali na výrobu kuchyňek a úložných skříněk pro jednonulčková letadla A320 – FAM(ily). Touto řadou se rozumí všechna letadla od typu A318 do typu A321. Z důvodu nejpožadovanějšího typu A320 se tato řada označuje A320-FAM (viz Obr. 10).



Obr. 10: Letadlo A318 patří do rodiny A320 – FAM (převzato z [6])

Letadlo typu A320-FAM má ve svém trupu rozmístěno několik kuchyňek a úložných skříněk a pro snadnou identifikaci se označují počátečními písmeny G (Galley) a S (Stowage). Pro rodinu letadel A320 je od roku 2012 používán standardizovaný design kuchyňek ACP (Advanced Customization Project), který byl vyvinut ve spolupráci s firmou Airbus. Tento design vychází z jednotného konceptu kuchyňek. Tyto kuchyňky jsou konstruovány tak, aby jednotlivé kompartmenty byly navrženy se stejnými rozměry a bylo umožněno instalovat jednotný kit (soubor dílů nebo částí určených pro vybavení kompartmentu) do různých typů kuchyňek (viz Obr. 11). ACP kuchyňky jsou rozděleny do jednotlivých klastrů (úrovně možných výbav kuchyňky), které se liší dle konfigurací

vnitřního vybavení. Zákazník si pak může vybrat podle těchto kritérií různé varianty vybavení, které jsou definovány v katalogu pro daný typ kuchyňky. Vybrat si lze například uspořádání úložných boxů, elektrické vybavení i výsledné barevné provedení exteriéru.



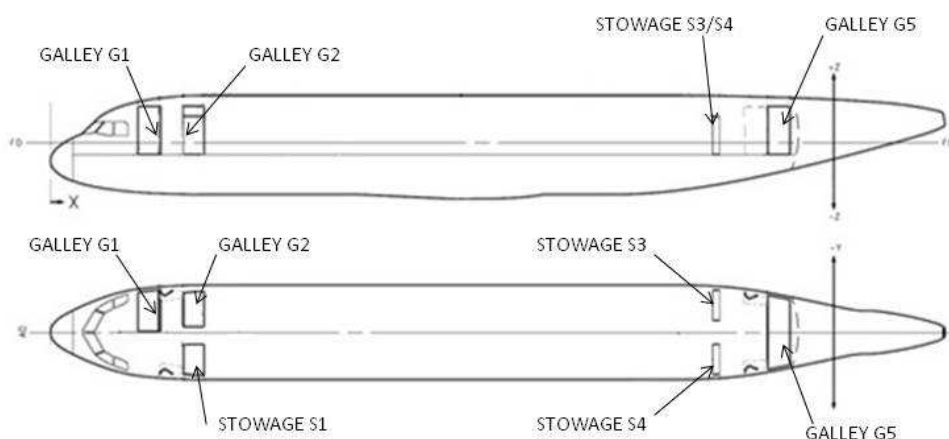
Obr. 11: Ukázka několika variant umístění kitů (převzato z [7])

V loňském roce byl v našem konstrukčním oddělení zahájen vývoj nové řady kuchyněk pod označením SG (Spaceflex Galley). Jedná se o produkt, který by měl v budoucnu uspořít místo v trupu a navýšit tím přepravní kapacitu osob. Moduly SG jsou vyvíjeny ve spolupráci s naší sesterskou společností skupiny Zodiac a měly by se instalovat do nově připravovaných řad letadel A320 – FAM–NEO.

2.1 Umístění modulů v letadle A320

Jednotlivé moduly kuchyněk a úložných skříní mají vždy stanoveny své pozice dle dané zákaznické specifikace. Jsou obsluhovány výhradně palubním personálem, a proto jsou orientovány obslužnou stranou do přístupových uliček. Platí zde přísná pravidla týkající se jejich vnějšího uspořádání a rozměrů, protože uličky slouží jako únikové cesty v případě evakuace pasažérů. U kuchyňky G1 je věnována zvýšená pozornost správnému provedení vodních elektrických instalací, z důvodu blízkosti centrálních elektrických systémů celého letadla a kokpitu. Umístění úložných skříní je v prostoru pro cestující a často jimi bývá oddělen prostor první a druhé třídy. Mohou být umístěny i do jiných pozic, ale jen v případě pokud to umožňuje konstrukce trupu letadla. Příklad označení jednotlivých modulů lze vidět na Obr. 12. Zde je možné také vidět rozložení a pozici

souřadného systému. Osa X je v podélném směru trupu s počátkem v přední části letadla, kde kladná osa je proti směru letu tj. směr k ocasu. Při pohledu zepředu na letadlo je osa +Y na pravé straně a -Y na levé a +Z je od podlahy letadla nahoru a -Z od podlahy letadla dolů.



Obr. 12: Umístění modulů v trupu letadla [8]

3 Praktická část zpracování

3.1 Zadání úkolu

Společnost Qatar si objednala celý set vnitřního vybavení pro nový typ letadla A320-FAM-NEO. Jednalo se o modifikovaný typ kuchyňek G1, G2 a G5 (čísla určují pozici kuchyňky v trupu letadla) a úložných skříněk S1. Do určeného prostoru jsme měli vytvořit design dle jejich zadání. Pro vybavení kuchyňkami jsme použili koncept ACP. Zákazník měl však specifické požadavky, a proto bylo nutné udělat podstatné úpravy designu na některých kuchyňkách. Na G1 a G2 nebylo nutné dělat žádné větší zásahy do struktury elektrické instalace a upravilo se jen vnitřní uspořádání jednotlivých kompartmentů. Tvar a rozměry úložných skříněk (Stowages) se vždy navrhuje dle přání zákazníka a musí se vždy vytvořit nové. Zpravidla neobsahují elektrickou instalaci.

Pro kuchyňku G5 byla situace odlišná oproti výše uvedeným kuchyňkám, struktura i vnitřní uspořádání se musely kompletně předělat. Oproti standardní konfiguraci (rozložení) spotřebičů bylo nutné přeskládat uspořádání trub a přidat místo pro kontejnery (mobilní úložné boxy). Toto místo vzniklo zmenšením prostoru pro nápojové automaty

a došlo ke snížení jejich počtu ze tří na dva. Tento zásah však stále nebyl dostačující k vytvoření potřebného místa pro kontejnery a tak muselo dojít na celkovou úpravu vnějších rozměrů struktury. To znamenalo vytvoření zcela nového konceptu kuchyňky G5, kde nebylo možné použít standardní balík výrobní dokumentace, jak pro strukturální (mechanickou) tak i pro elektrickou část. Tato změna obnášela kompletní předělání elektrické instalace včetně elektrického panelu, ale i většiny strukturálních dílů. Pro bakalářskou práci jsem si vybral kompartment pro připojení elektrické parní trouby v kuchyňce G5, protože pro tento projekt se musel vytvořit netypicky rozdělený Oven Tunnel (připojovací místo trub obsahující konektory elektrické a vodní instalace), který je určený pro elektrické přístroje podléhající specifikaci Arinc.

V následujícím textu bych rád podrobněji popsal jednotlivé pojmy a objasnil podstatné části elektrické instalace.

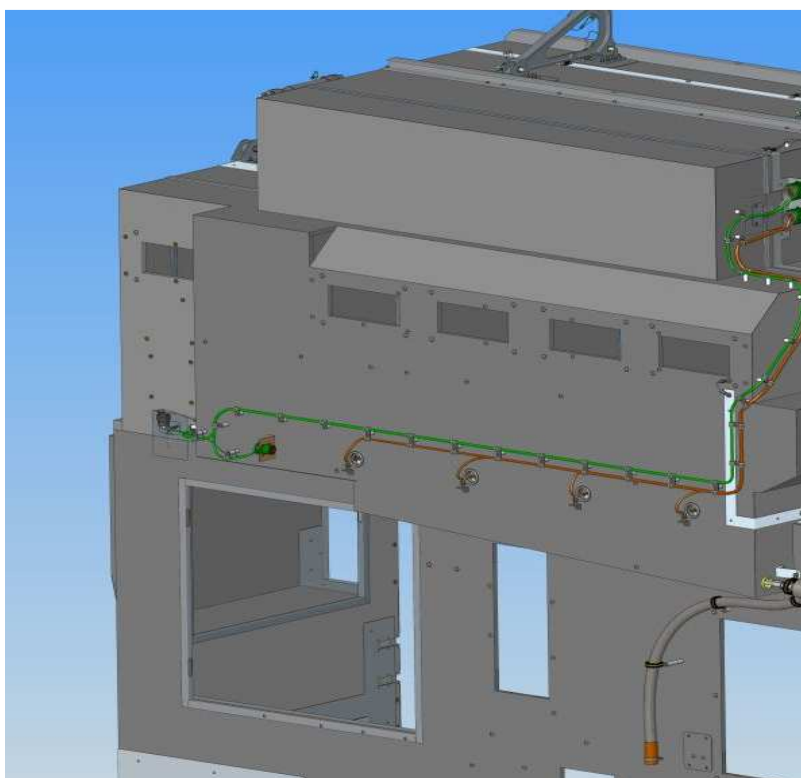
3.2 Popis struktury ACP galley

Jak jsem se již zmínil, tak program ACP byl vyvinut ve spolupráci se společností Airbus. Hlavním cílem tohoto projektu bylo co nejvíce zefektivnit a urychlit výrobu z důvodu navýšení plánovaných dodávek. Dalším neméně významným aspektem bylo rozhodnutí Airbusu, přesunout vstupní jednání se zákazníkem na stranu Airbusu a ponechat si možnost a roztřídit jednotlivé zakázky dle náročnosti jejich požadavků na koncový produkt. Dle těchto kritérií si vybrat konkrétního dodavatele vnitřního vybavení.

ACP galley je složena ze základních dvou částí. První část tvoří společná struktura nazývaná Green Galley. Je to kompletní struktura sestavená z panelů a plně instalovanými rozvody vody a elektrické instalace do úrovně kompartmentů (viz Obr. 13). Takto sestavená galley tvoří jakýsi základní monument, který se pak dále osazuje vnitřním vybavením dle přání zákazníka Custom Galley (kuchyňka s nainstalovanými částmi instalací) viz Obr. 14. Výbava je volitelná dle druhu Green Galley a vybírá se z katalogu (matice), který obsahuje základní a rozšířenou nabídku kitů.

Pro projekty jako Qatar, kdy byl dán požadavek na kompletně odlišnou kuchyňku za použití ACP specifikací, bylo možné využít nekatalogové kuchyňky označované jako Customized Galley. Jedná se v podstatě o kuchyňku, která může být přestavěna, jak z hlediska uspořádání panelů (jiné dělení kompartmentů), tak i z hlediska jiného uspořádání systémových instalací.

Jak bylo zmíněno v obecném popisu modulů galley, projekt ACP má velké množství výhod, ale i několik nevýhod. Mezi velké výhody patří velké množství společných konstrukčních dílů, velká modularita, standardní rozměry a stejný průmyslový design. Nevýhod zde mnoho není, nicméně je tu jedna velká, a to v případě chybně navrženého nebo vyrobeného dílu. Pak s velkou pravděpodobností lze tento díl nalézt na ostatních modulech. Z tohoto důvodu všechny moduly procházejí důkladnou výstupní kontrolou prováděnou pověřenými pracovníky našeho odběratele.



Obr. 13: Standardní elektrická výbava Green Galley (Qatar)



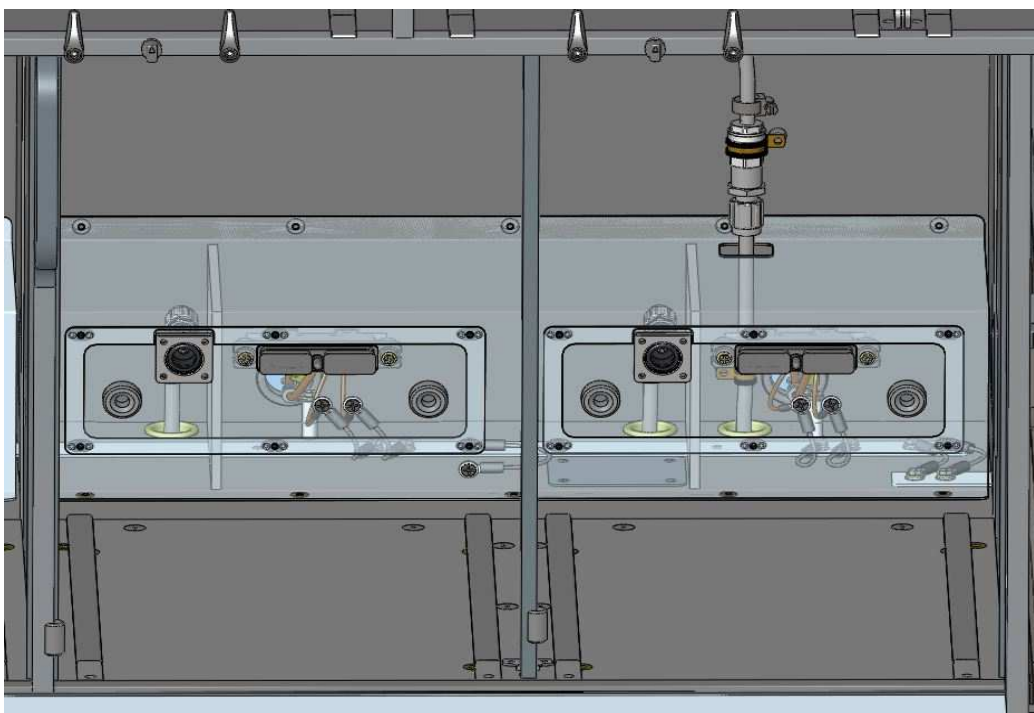
Obr. 14: Custom galley - konečný vzhled

3.3 Úpravy elektrické instalace

Na navrhovaném modulu bylo zapotřebí upravit trasu pátevní sítě a přemístění několika vstupních otvorů pro přípojovací konektory do kompartmentů trub. Muselo také dojít k úpravě tvaru zemnicích pásků a jejich připojení. Z důvodů požadavků trub dle Arinc specifikace byly vytvořeny nové Oven Tunnely, které mají integrované vodní připojení spolu s elektrickým konektorem na desce tunelu. Jednotlivé systémy vodních a elektrických rozvodů jsou v panelu mechanicky odděleny panelem uvnitř přípojovacího tunelu trub.

3.4 Přípojovací tunel trub – Oven Tunnel

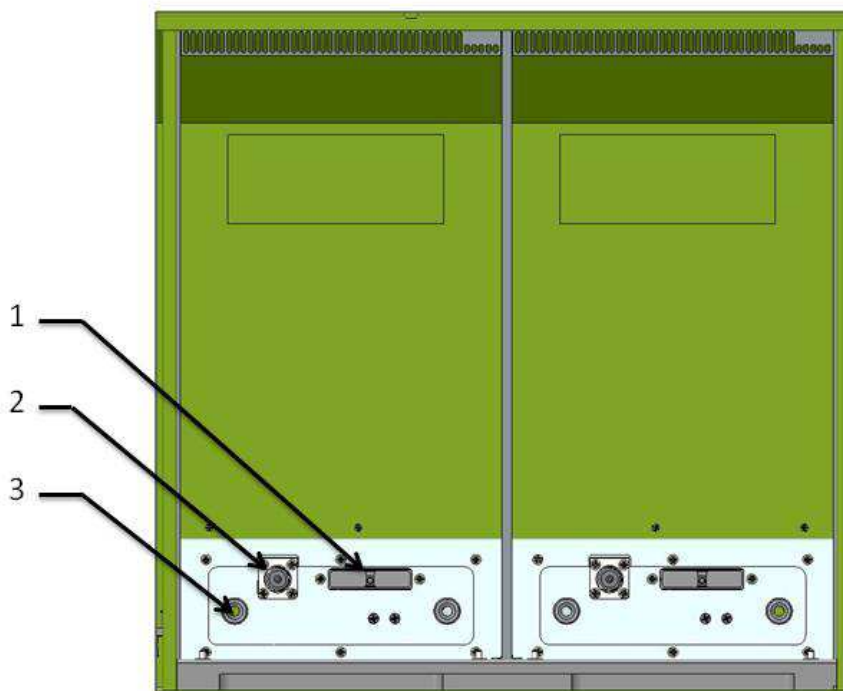
Jedná se o přípojovací místo pro elektrickou troubu, které je zpravidla umístěno na zadovém a středovém panelu kuchyňky. Jsou zde obsaženy dvě vodící patky, umístěné na konektorové desce pro upevnění trouby, a konektor pro elektrické připojení. V našem případě je zde obsažen i konektor pro vodní připojení (viz. Obr. 15).



Obr. 15: Připojovací tunel trub, rozmístění na konektorové desce

3.5 Arinc specifikace

Specifikace definuje způsob, umístění, funkci, připojení avioniky a ostatních elektronických zařízení nebo boxů. Tato specifikace doporučuje důležité rozměry, které by měly být dodrženy při návrhu tak, aby bylo možné do stejného prostoru instalovat různé typy elektrických spotřebičů, úložných boxů nebo vozíků od různých výrobců, které jsou také designovány dle Arinc specifikace.[9] Například pro elektrická zařízení standardizuje typ konektorů pro připojení přívodu elektrické energie a v případě parních trub také konektory pro připojení vody. Udává jejich přesné umístění na připojovacím Oven Tunnelu. Doporučuje také minimální vzdálenosti zařízení od stěn kuchyňky pro zajištění dostatečné cirkulace vzduchu a odvodu tepla. Například uspořádání připojovacích konektorů na tunelu viz Obr. 16.

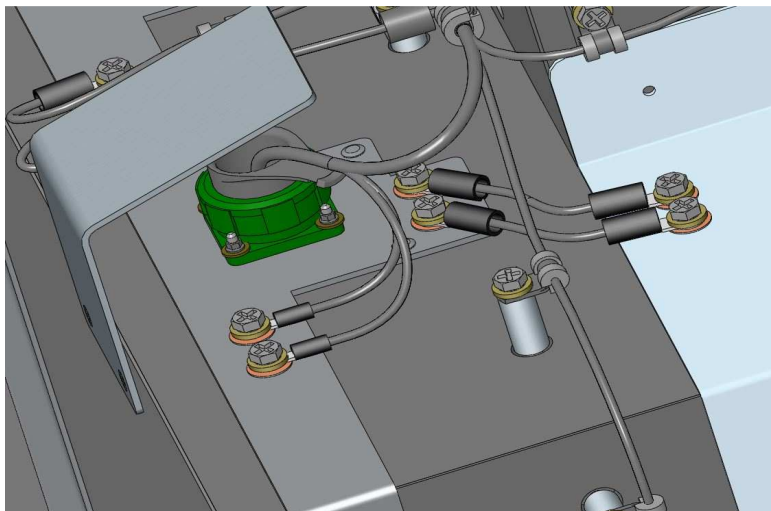


Obr. 16: Rozmístění konektorů ARINC pro trouby, 1 – elektrický konektor, 2 – vodní konektor, 3 – vodící díry pro trny trub

3.6 Zemnicí pásky - Grounding Frames

Zemnicí pásky jsou provedeny z eloxovaného hliníkového plechu nejčastěji o tloušťce 2 mm a o šířce 30 mm. Tyto pásky nemusí být pouze jednoduché obdélníkové, ale mohou tvořit složitější tvary, a to hlavně z důvodu maximálního omezení drátových propojek, kde lze předpokládat přechodové odpory (viz Obr. 17). Pro zemnění lze použít i ostatní části galley, pokud je k tomu důvod nebo to je určeno specifikací. Jako podružné zemniče mohou sloužit všechny kovové součásti pevně instalované na galley. Zemní se všechny vodivé díly, které mají větší plochu než 200 mm².

Umístění drátových propojek pro připojení do letadla je z pravidla určeno specifikací. Optimální vzdálenost hrany pásku od osy zemnicího šroubu je 15 mm (z tohoto důvodu má optimální šířka pásu 30 mm). Aby bylo zajištěno dokonalé propojení jednotlivých zemnicích pásu je nutné je zbavit povrchové vrstvy eloxu, proto se povrch obroušuje (viz Obr. 18). Obroušená plocha musí být větší než je plocha samotného spojení a to přibližně o 3 mm od hrany spojení.



Obr. 17: Složitější tvar zemního pasu



Obr. 18: Příklad broušeného spoje

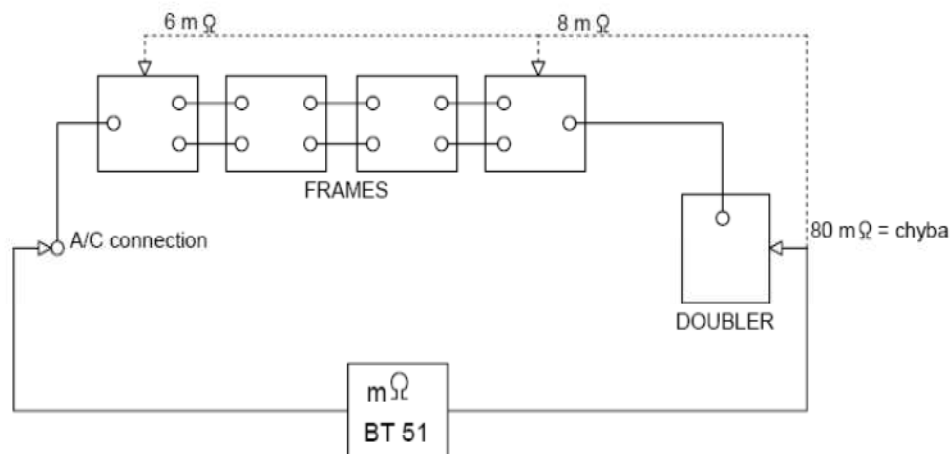
Hodnota odporu všech pospojovaných zemničů musí být eliminována na minimum, a proto je důležité zajistit kvalitní kontakt mezi vodičem a zemničem. Pro tento účel se používají kabelová oka v kombinaci s CupAl podložkami pro velikost šroubů #10-32 (4,83 mm). Pro propojování jsou používány vodiče o průřezu 5 mm² (AWG 10), které jsou přichyceny pomocí šroubů se šestihrannou hlavou a velikostí závitů 10-32. Po instalaci propojek se spoje musí opatřit ochranným nátěrem kvůli zamezení pronikání vlhkosti a následné oxidaci hliníku (viz Obr. 19). Zatřená plocha musí být větší než je plocha samotného spojení, a to přibližně o 3 mm od hrany spojení, a musí kompletně zakrýt obroušenou plochu.



Obr. 19: Zabarvené spoje zemnicího pasu

3.6.1 Měření přechodového odporu

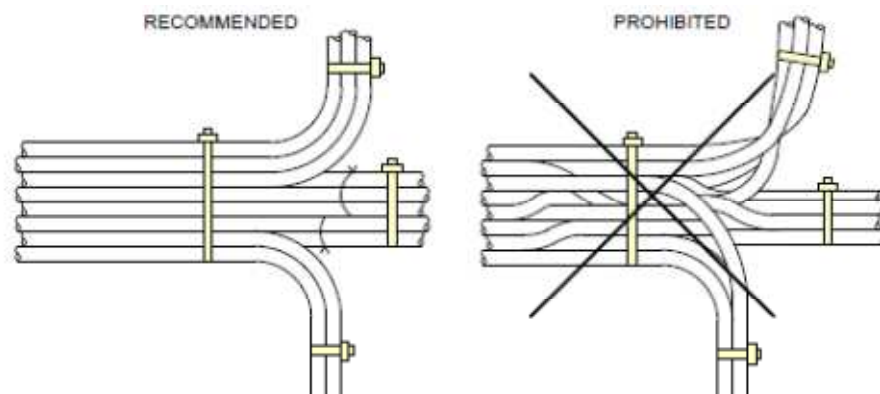
Přechodový odpor zemnění mezi konstrukcí letadla a 1. zemnicím bodem na galley musí být menší než $10\text{ m}\Omega$, celková struktura pak do $30\text{ m}\Omega$ a poslední body musí být do $60\text{ m}\Omega$. Naměřené hodnoty odporu se pohybují kolem $5\text{ m}\Omega$, rozvody po kuchyňce do $10\text{ m}\Omega$ a koncové body do $20\text{ m}\Omega$. Měření je prováděno miliohmmetrem BT 51. Příklad měření je uveden na schématu (viz Sch. 1). Pokud je objevena chyba, tak je tento spoj označen a musí být opraven.



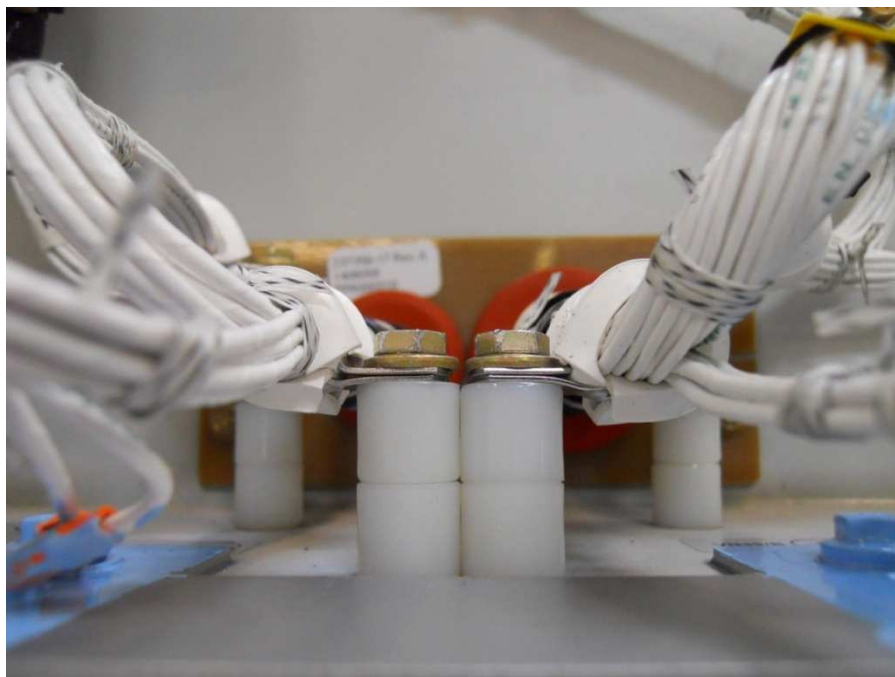
Sch. 1: Příklad měření přechodového odporu

3.7 Instalace kabelových svazků

Vedení kabelových svazků je provedeno vždy tak, aby byl zabezpečen bezpečný provoz galley, a řídí se specifikací, definující provázání, uchycení a jeho pozici (viz Obr. 20). Svazky, bez ochranného konduitu, nelze instalovat přímo na strukturu, ale je nutné dodržet minimální vzdálenost od struktury nebo jejích částí. Dle typu okolí svazku platí vzdálenosti 10 mm, 20 mm a 25 mm.[10] Maximální vzdálenost není stanovena, ale obvykle nebývá větší než 60 mm od struktury. Pro vymezení vzdáleností se používají distanční válečky (spacery). Spacery jsou provedeny z PA plastu nebo z hliníku a lze je skládat na sebe a vytvářet různé kombinace vzdáleností (viz Obr. 21).



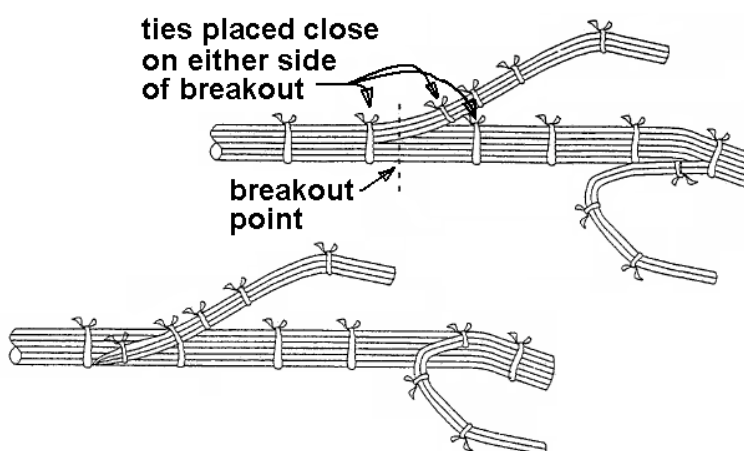
Obr. 20: Příklady správného a chybného provedení svazku (převzato z [10])



Obr. 21: Uchycení svazku na spacerech

3.8 Vyvazování svazků

Aby byly svazky řádně staženy, používají se stahovací pásy. Tyto pásy slouží jen k dodatečnému vyztužení mezi objímkami (clamps). Objímky by neměly mít rozestupy větší než 200 mm, ale běžnou praxí jsou rozestupy kolem 100 mm. Pro případy nechráněného kabelového svazku se používají objímky se silikonovým vyložením. Pro vyvazování svazků platí pravidla, která jsou určena specifikací. Na Obr. 22 jsou ukázány dva případy vyvázání. Není dovoleno křížit svazek odbočovacím svazkem, jak je ukázáno na spodní variantě.



Obr. 22: Vyvázání svazku, horní správně, spodní chybně (převzato z [10])

3.9 Značení kabelových svazků

Všechny nainstalované kabelové svazky musí být vždy řádně označeny dle daného výrobního výkresu svazku. Toto označení je provedeno plastovými štítky přichycenými pomocí stahovacích pásek. Označení by mělo být pokaždé natočeno tak, aby bylo vždy viditelné bez pomoci natočení rukou. Umístění na nepřipojených koncích svazku je definováno specifikací výrobce letadla a může se lišit dle typu připojovacích bodů. Pro správné připojení fázových vodičů do příslušných generátorových jednotek se fázové vodiče značí barvami (červená, žlutá, modrá) pro fáze A, B, C.[10] Ukázky značení na Obr. 23 a Obr. 24.



Obr. 23: Značené kabelových svazků

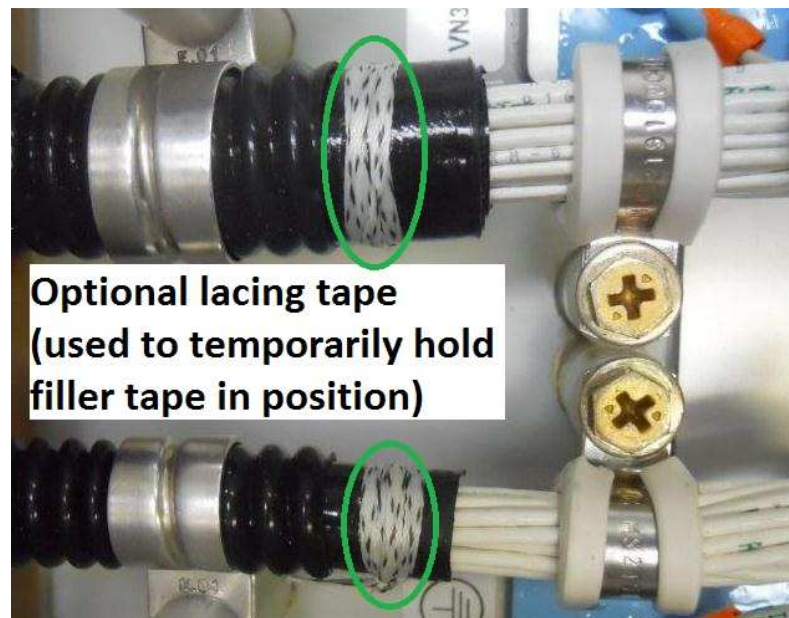


Obr. 24: Barevné značení fázových vodičů

3.10 Svazky instalované do chráničky - konduit

Případy použití konduitu jsou přesně definovány specifikací. Obecně lze říci, že instalace kabelového svazku do konduitu se používá v případech, kdy by mohlo dojít k přiblížení svazků s různými routy (el. vedeními), narušení izolace při zásahu údržby, nebo manipulací uvnitř kompartmentu, nebo v případech, kdy by mohlo dojít ke křížení kabelového svazku s vodní či jinou instalací, a není zde možnost dodržet stanovené vzdálenosti svazku.[10] Jinou variantou použití konduitu je také v případě nutnosti vést kabelový svazek v průvěsu u odnímatelných částí a nelze tedy svazek fixovat. Ve zmíněných případech použití platí následující pravidla instalace. Kabelový svazek musí být uchycen v klemě a po cca 3cm následuje konduitová klema, ve které je již upevněn konduit. Maximální možná vzdálenost mezi jednotlivými očky je 4 cm.[10] Na vstupní hraně konduitu musí být kabelový svazek opatřen ochrannou páskou. Než kabel vejde do

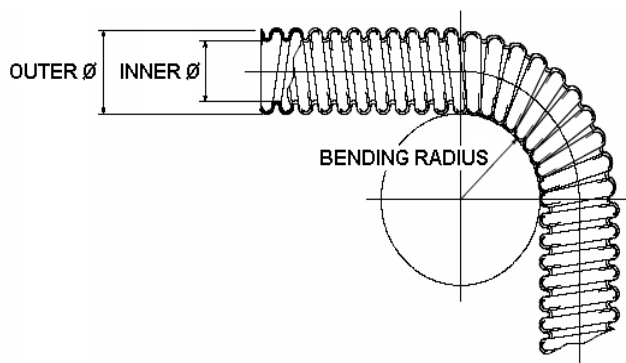
konduitu musí být izolován pomocí pásky.[10] Tato páska chrání izolace kabelu před prodřením o hrany a zároveň před vniknutím vody, prachu apod. Tato páska může být fixována převázáním nomexovou tkanicí (viz Obr. 25).



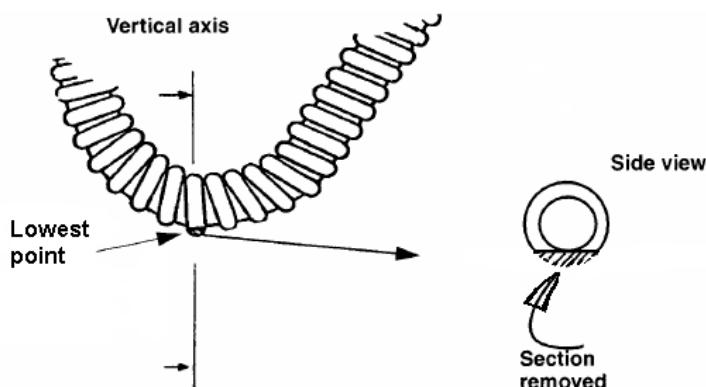
Obr. 25: Příklad vyústění svazku z konduitu (převzato z [10])

3.11 Instalace konduitů

Také instalace konduitů v prostoru kuchyňky má určitá pravidla, které je nutné dodržet. Tato pravidla nám určují například minimální ohyb nebo nutné odvodnění dutiny konduitu v případě instalačního průhybu. Minimální ohyb je určen dle typu a rozměru vodiče a je definován tak, aby se zamezilo velkému namáhání izolace vodiče. Například pro vnější průměr vodiče 1,92 mm je doporučený rádius ohybu 12 mm.[10] Odvodnění konduitu musí být provedeno v nejnižším bodě naříznutím vlnovce. Příklady instalace jsou zobrazeny na Obr. 26 a Obr. 27.



Obr. 26: Určení minimálního ohybu (převzato z [10])



Obr. 27: Nařznutí vlnovce v nejnižším bodě (převzato z [10])

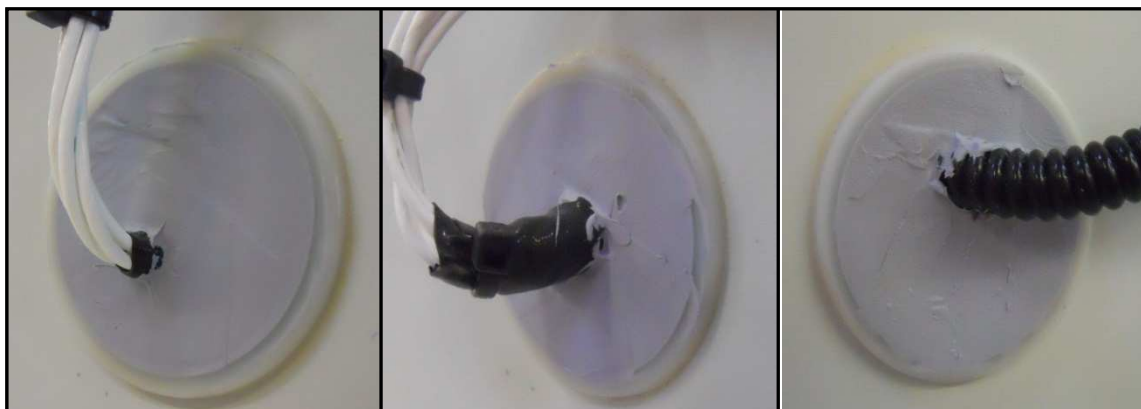
3.12 Instalace svazku do průchozích děr

Instalace je provedena prstencovitými průchodkami (grommets), které jsou zalepeny v panelu nebo v jiné části kuchaňky. Vodič nebo svazek je provlečen tímto prvkem, a pak následně zatmelen pružným tmelem tak, aby se co nejvíce blížil ose grommetu. Ve starších instalacích se v místě průchodu používala ochranná páska z důvodu prokázaného zvýšení stárnutí izolace svazku. U projektů ACP se již ochranná páska nepoužívá díky použití vylepšeného složení materiálu tmelu. V případě použití ochranného konduitu nebo smršťovací chráničky platí stejná pravidla pro instalaci jako u nechráněného svazku. U všech nově vyráběných modulů je trend co nejméně používat průchodů kabelových svazků, a proto se začal používat nový druh průchodek. Tyto průchodky jsou vyrobeny na bázi silikonového složení materiálu a přichycují se pomocí destiček, které jsou kvůli instalaci rozděleny na dva díly. Svazek se protáhne dírou ve struktuře a následně se upevní pomocí obou polovin destiček, které jsou pevně přimontovány pomocí šroubů do strukturní části kuchaňky (viz Obr. 28). Takto nainstalované průchodky jsou pak považovány za

těsně uzavřené a není je potřeba tmelit. Nutnost opatřovat spoje nebo průchody tmelem je dána specifikací. Příklady tmelení různých typů provedení svazku jsou na Obr. 29.



Obr. 28: Příklad dělených průchodek



Obr. 29: Příklady tmelení průchodek

3.13 Celkový popis navrženého prostoru trub

Kompartiment se dělí na část elektrickou a mechanickou (strukturální). Elektrická část je navržena tak, aby splňovala výše uvedené specifikace. Připojovací tunel je umístěn v zadní části a je připevněn šrouby k zadnímu a spodnímu panelu pomocí šroubů. Má také funkci mechanické opory, a proto jsou vedle konektorů navrženy vodící díry pro trny trub. Mechanická část obsahuje lemovací pohledové mřížky, podkladový panel s dírami pro instalaci montážních šroubů. Šrouby jsou v tomto případě montovány z Trolley kompartmentu. Lemovací mřížky mají zajišťovat dostatečný přístup vzduchu, zamezit vniknutí cizího předmětu do kompartmentu a plnit estetickou funkci. Celý prostor je odvětráván centrálním odsávacím zařízením v zadní části oven kompartmentu. Konečná podoba oven kompartmentu je znázorněna v příloženém výkresu.

4 Závěrečné shrnutí

Práce v programu SolidWorks s modulem Trasování na tomto projektu ověřila, že tento typ software byl zcela vyhovující pro tyto účely. Při konstrukci elektrických instalací se stává velice progresivním nástrojem, jak rychle zvládnout návrh od zadání až po finální výkresy. Ač jsou návrhy tras prováděny částečně zjednodušeným způsobem bez širšího použití nástrojů programu, tak zatím běžné praxi stačí. Schopnost kreslit v programu také ve výkresovém prostoru, bez nutnosti 3D modelu, umožňuje vynechat zastaralý kreslicí program ME10 a zachovat plnou kompatibilitu dat. Současnou úroveň znalostí SolidWorksu je však v blízké budoucnosti nutné změnit a pokračovat s použitím dalších funkcí pro plnou provázanost výkresu modelu svazku tak, jak je tomu u strukturálních dílů.

Na základě těchto zjištění bych navrhl, jako jeden z prvních kroků, zvýšení znalostí tohoto programu pomocí proškolení u specializované firmy. Jako nutnost považuji mít plně připraven PDM program, a to hlavně pro plnou provázanost programu SolidWorks s tímto programem, který není v současnosti plně kompatibilní.

5 Závěr

Celkové provedení kuchyněk pro zákazníka Qatar bylo prvním uceleným projektem pro novou řadu letadel A320 - Fam NEO dle Arinc specifikace. Návrh elektrické instalace měl svá úskalí, a to hlavně pro oblast trub. Byla zde komplikace při dodržení minimálních vzdáleností vodní a elektrické instalace tunelu pro připojení trub. Po diskusi s Airbusem bylo rozhodnuto mechanicky oddělit prostor vnitřními panely. Samotné výrobní provedení popisovaného návrhu se až na drobné problémy povedlo. Jedním z problémů byly výrobní tolerance, které vedly k nepřesnostem připojení vodních konektorů trub k Oven tunelu. Zatímco elektrický konektor byl instalován pomocí pružin, které dokázaly zcela pokrýt nepřesnost tolerancí, tak u konektoru připojení vody se tolerance pokrýt nepodařilo a docházelo k netěsnostem ve vodovodním systému. Tento problém byl vyřešen novým designem pláště Oven Tunnelu, který umožňoval seřízení polohy tak, aby s větší rezervou pokryl výrobní tolerance kuchyňky i vkládané trouby.

Několik drobnějších problémů se vyskytlo na několika zemnicích bodech, které byly způsobeny špatnou montáží ve výrobě. Odhalil to test měření přechodových odporů. Problém byl odstraněn opětovnou instalací propojovacích vodičů.

Všechny problémy, které se vyskytnou ve výkresové dokumentaci nebo během montáže, jsou vždy označeny, zapsány a následně pak řešeny přes změnové řízení.

Na závěr bych rád zmínil, že zpracování návrhu proběhlo dle stanovených standardních firemních postupů a i přes zmiňované problémy a úskalí lze říci, že bylo úspěšné. Problém výrobních tolerancí je již nyní řešen nově zavedenými úsekovými kontrolami ve výrobě, aby v budoucnu k tomuto nedocházelo a následně se nemusela měnit výrobní dokumentace.

Seznam literatury a informačních zdrojů

- [1] SOLIDWORKS: *Komerční sféra* [online]. [cit. 2015-05-09]. Dostupné z: <http://www.SolidWorks.cz/prumysl/komerčni-sfera>
- [2] SOLIDWORKS: *Enterprise PDM (EPDM)* [online]. [cit. 2015-05-09]. Dostupné z: <http://www.SolidWorks.cz/produkty/sprava-produktovych-dat-pdm/balicky/SolidWorks-enterprise-pdm-epdm/>
- [3] SOLIDWORKS: *Auto-routing Technology* [online]. [cit. 2015-05-09]. Dostupné z: <https://www.SolidWorks.com/sw/products/electrical-design/auto-routing-technology.htm>
- [4] *Javelin*: SOLIDWORKS *Electrical Training* [online]. [cit. 2015-05-09]. Dostupné z: <http://solution.javelin-tech.com/SolidWorks-online-training>
- [5] DASSAULT SYSTEMES SOLIDWORKS CORPORATION. 2011. *SolidWorks Routing: Electrical*. 2011. USA: SolidWorks Corporation. PMT1111-ENG.
- [6] AIRBUS S.A.S. *Passengeraircraft: A320family* [online]. [cit. 2015-05-09]. Dostupné z: <http://www.airbus.com/aircraftfamilies/passengeraircraft/a320family/>
- [7] ZODIAC AEROSPACE. 2012. *SA SFE General Brochure: Galley Modularity*. 972850-001-0. Plzeň.
- [8] 2530M1K00010. *Purchaser Technical Specification: ACP Galley and Stowage Specification, incl. Space-Flex Galleys*. 2013. Issue 2.
- [9] ARINC. *Definition of Standard Interfaces for Galley Insert (Gain) Equipment Physical Interfaces: ARINC Specification 810-4*.
- [10] ZODIAC AEROSPACE. 2014. *Standard Process Specification*. SPS814 NC. Plzeň.

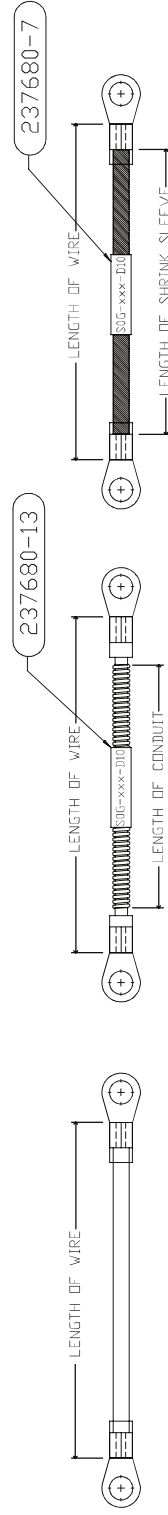
Příloha č. 1: Datasheet pro parní troubu.

Základní technický popis spotřebiče obsahující potřebné rozměry a parametry pro návrh a konstrukci mechanických a elektrických instalací v kuchyňce.

Příloha č. 2: Výřez z výkresu GND Cables.

Tento výkres obsahuje délky zemnicích kabelů a způsob jejich provedení

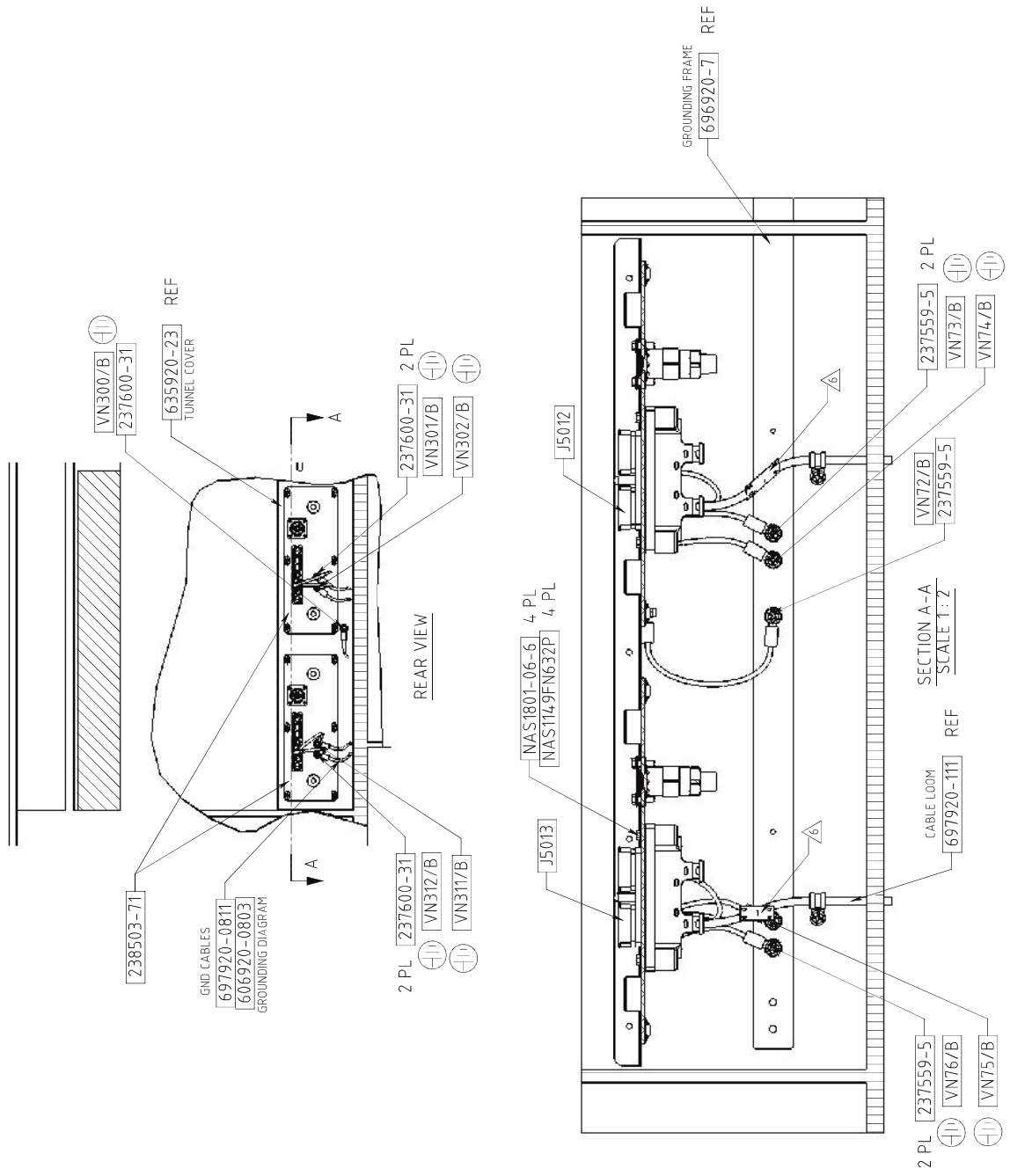
NUMBER OF WIRE	WIRE / LENGTH	CONDUIT / LENGTH	SHRINK SLEEVE / LENGTH	LUGS
S0G-951-D10	-0803 (D10) / 160mm	N/A	-0805 / 140mm	237576-47 2PL
S0G-952-D10	-0803 (D10) / 150mm	N/A	-0805 / 130mm	237576-47 2PL
S0G-953-D10	-0803 (D10) / 150mm	N/A	-0805 / 130mm	237576-47 2PL
S0G-955-D10	-0803 (D10) / 150mm	N/A	-0805 / 130mm	237576-47 2PL
S0G-956-D10	-0803 (D10) / 150mm	N/A	-0805 / 130mm	237576-47 2PL



VÝŘEZ Z VÝKRESU GND CABLES

Příloha č. 3: Výřez z výkresu Electrical Installation.

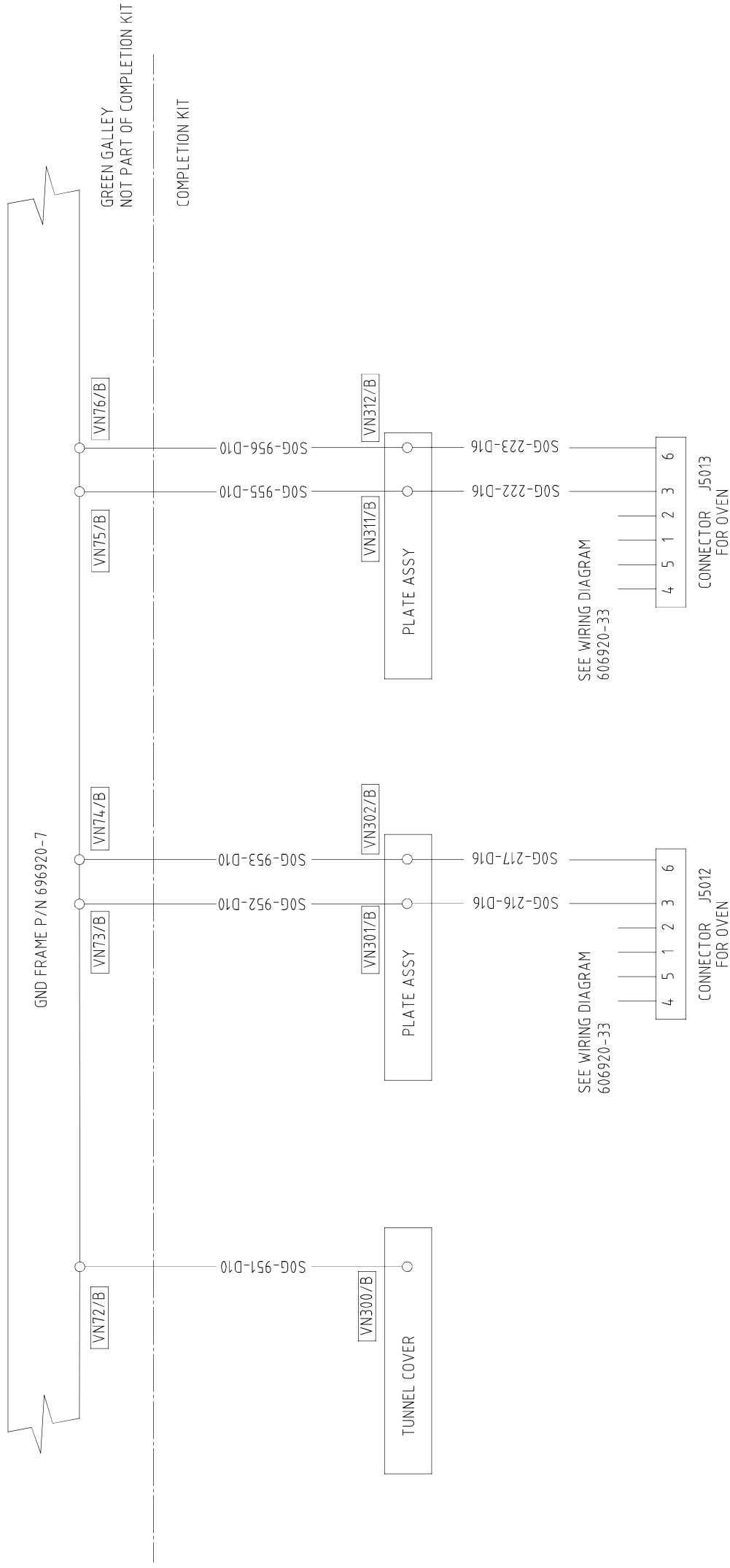
Ukazuje instalaci vodičů zemnění na zemnicí pásy a kabelového svazku do konektoru Oven Tunnelu.



VÝŘEZ Z VÝKRESU ELEKTŘICKÉ INSTALACE

Příloha č. 4: Výřez z výkresu Grounding diagram.

Zemnění všech kovových částí, které jsou součástí kitu pro parní trouby.



SEE WIRING DIAGRAM
606920-33

CONNECTOR J5013
FOR OVEN

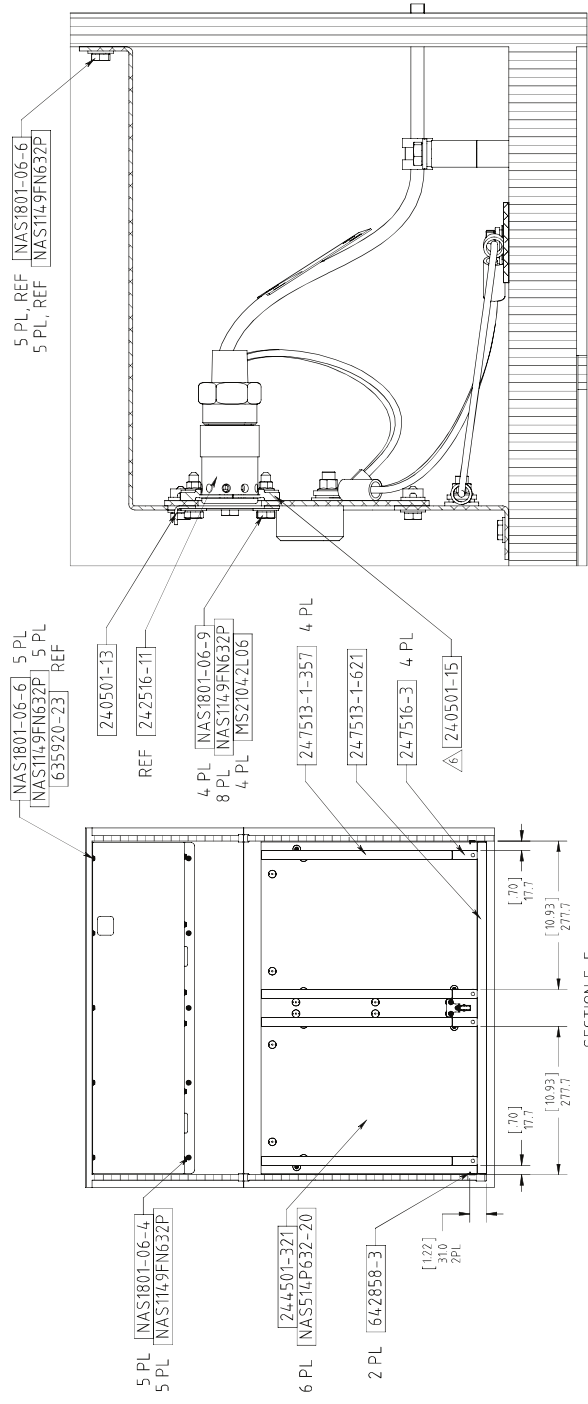
SEE WIRING DIAGRAM
606920-33

CONNECTOR J5012
FOR OVEN

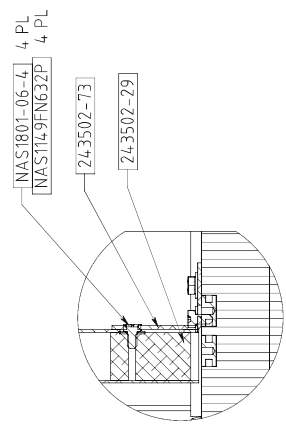
VÝŘEZ Z VÝKRESU GROUNDING DIAGRAM

Příloha č. 5: Výřez z výkresu kitu parních trub (Completion kit).

Výřez ukazuje jednotlivé díly sestavení kitu parních trub.



SECTION D-D
SCALE 1:1
2 PL
SHT. 2



VÝŘEZ Z VÝKRESU KITU PARNÍCH TRUB (COMPLETION KIT)