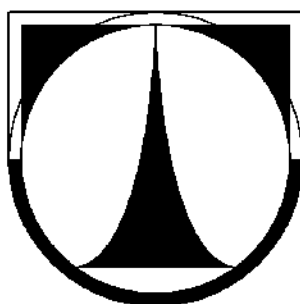


TECHNICKÁ UNIVERZITA  
V LIBERCI  
Fakulta strojní



# Diplomová práce

Inovace svítidla EXA s technologií LED

2009

Tomáš Vach

**TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI**  
**Fakulta strojní**

2008/2009

Katedra částí a mechanismů strojů

Studijní

rok:

## **ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE**

Jméno a příjmení      **Tomáš V A C H**

obor                      **Inovační Inženýrství**

zaměření                **Inovace výrobků**

Ve smyslu zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách se Vám určuje diplomová práce na téma:

### **Inovace svítidla EXA s technologií LED**

#### **Zásady pro vypracování:**

1. Seznamte se s dosavadním stavem řešení svítidla a tento stav popište.
2. Navrhněte a zkonstruuje inovované svítidlo s LED technologií.
3. Naplánujte inovaci od vize k výrobě prototypu pomocí projektového řízení.
4. Řešení optimalizujte z hlediska metod DFX, FMEA...
5. Proveďte kontrolu hlavních namáhaných částí.
6. Vytvořte výkresovou dokumentaci.

# TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

## Fakulta strojní

### Studijní program: N2301 - Strojní inženýrství

Obor: Inovační inženýrství

Zaměření: Inovace výrobku

Katedra částí a mechanismů strojů

### Inovace svítidla EXA s technologií LED

### Innovation of light fixture EXA with LED technology

Jméno autora: Bc. Tomáš Vach

Vedoucí DP: doc. Ing. Ladislav Ševčík, CSc. TU Liberec

Konzultant DP: Ing. Milan Dolejší, Modus spol. s r.o. Česká Lípa

#### Rozsah práce a příloh:

Počet stran: 62

Počet diagram: 1

Počet tabulek: 4

Počet obrázků: 37

Počet příloh: 9

Datum: 05. června 2009

### **Prohlášení**

Byl jsem seznámen s tím, že na diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 o právu autorském, zejména § 60 (školní dílo).

Beru na vědomí, že TUL má právo na uzavření licenční smlouvy o užití mé DP a prohlašuji, že souhlasím s případným užitím mé diplomové práce (prodej, zapůjčení apod.).

Jsem si vědom toho, že užít své diplomové práce či poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem TUL, která má právo ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, vynaložených univerzitou na vytvoření díla (až do jejich skutečné výše).

V Liberci 05. června 2009

.....

Tomáš Vach

### **Místopřísežné prohlášení**

„Místopřísežně prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury.“

V Liberci 05. června 2009

.....

Tomáš Vach

## **ANOTACE**

### **DIPLOMOVÁ PRÁCE**

#### **TÉMA:**

**Inovace svítidla EXA s technologií LED**

#### **ANOTACE:**

Diplomová práce se zabývá inovací desénového svítidla s technologií LED, kde celá inovace je naplánována pomocí projektového řízení od vize inovace k vyhotovení prototypu inovovaného svítidla. Pro vznik inovace jsou prozkoumána stávající obdobná konkurenční řešení svítidel a jsou zohledněny požadavky potenciálních zákazníků. Z navržených možností inovace svítidla je vybráno inovační řešení pomocí rozhodovacích tabulek, které je do finální podoby optimalizováno pomocí metod DFX, FMEA. Optimalizovaný návrh je ověřen pomocí programu ANSYS. Přínosem diplomové práce je rozmístění LED technologie ve svítidle, inovovaný hliníkový roh rámu svítidla a také vyhotovení prototypu inovovaného svítidla LEDEXA, v neposlední řadě jsou přínosem získané zkušenosti s LED technologií a prezentace výrobních možností firmy MODUS spol. s r.o.

### **DIPLOMA PROJECT**

#### **THEME:**

**Innovation of lighting fixture EXA with LED technology**

#### **ANNOTATION:**

Diploma project concerns innovation of designed lighting with LED technology. The complete process is planned with project management system from the stage of innovation idea to the production of prototype. For suggestion of innovation existing analogical products of competitive producers have been studied and demands of potential customers have been considered. From suggested alternatives for innovation of lighting fixture with help of decision tables has been chosen one version, which has been finally optimized through the instrumentality of DFX, FMEA methods. The optimized suggestion has been tested through the instrumentality of ANSYS. The Essentials of the diploma project is usage of LED technology in the lighting fixture, innovation of aluminium frame angle and production of prototype of innovated lighting fixture LEDEXA. Other assets are experience gained in LED technology and presentation of manufacturing capabilities of MODUS spol. s r.o.

Děkuji vedoucímu diplomové práce doc. Ing. Ladislavu Ševčíkovi, CSc. z katedry částí a mechanismů strojů TU v Liberci za poskytnutý čas a připomínky, svému konzultantovi Ing. Milanu Dolejšímu, za poskytnutá firemní data a konzultace k dané problematice.



## Obsah:

|                                                                 |           |
|-----------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>SEZNAM ZKRATEK A SYMBOLŮ .....</b>                           | <b>9</b>  |
| <b>1 CÍL PRÁCE .....</b>                                        | <b>11</b> |
| 1.1 Představení úkolu .....                                     | 11        |
| 1.2 Představení firmy MODUS spol. s r.o. ....                   | 13        |
| <b>2 POŽADAVKY NA INOVACI V OBLASTI SVĚTELNÉ TECHNIKY .....</b> | <b>15</b> |
| 2.1 Výhody a nevýhody technologie T5 a LED diod .....           | 16        |
| <b>3 STÁVAJÍCÍ SVÍTIDLO EXA.....</b>                            | <b>18</b> |
| 3.1 Hliníkový rám svítidla EXA.....                             | 20        |
| 3.2 Spojovací prvky rámu.....                                   | 21        |
| 3.3 Reflektor .....                                             | 23        |
| 3.4 Osazený základový plech.....                                | 24        |
| <b>4 PLÁNOVÁNÍ INOVACE POMOCÍ PROJEKTOVÉHO ŘÍZENÍ .....</b>     | <b>24</b> |
| 4.1 Pojmenování inovační projektu.....                          | 25        |
| 4.2 Životní cyklus projektu LEDEXA .....                        | 25        |
| 4.3 Vize projektu .....                                         | 27        |
| 4.4 Před projektová fáze.....                                   | 27        |
| 4.5 Inkubační doba .....                                        | 28        |
| 4.6 Zahájení projektu – Start-up.....                           | 28        |
| 4.7 Plánování projektu.....                                     | 28        |
| 4.8 Realizace projektu .....                                    | 29        |
| 4.9 Ukončení projektu – Close-out .....                         | 30        |
| 4.10 Po projektová fáze projektu .....                          | 30        |
| <b>5 INOVACE SVÍTIDLA .....</b>                                 | <b>30</b> |
| 5.1 Inovační záměr .....                                        | 30        |
| 5.2 Identifikace zákaznických potřeb.....                       | 31        |



---

|           |                                                      |           |
|-----------|------------------------------------------------------|-----------|
| <b>6</b>  | <b>PRŮZKUM ZNÁMÝCH ŘEŠENÍ .....</b>                  | <b>33</b> |
| 6.1       | LED diodové svítidlo od firmy ELKOVO Čepelík .....   | 33        |
| 6.2       | LED diodové svítidlo od firmy INGE Opava.....        | 34        |
| 6.3       | LED diodové svítidlo od firmy MODUS.....             | 35        |
| <b>7</b>  | <b>VLASTNÍ INOVAČNÍ NÁVRHY ŘEŠENÍ .....</b>          | <b>36</b> |
| 7.1       | Návrh umístění technologie LED diod č.1 .....        | 38        |
| 7.2       | Návrh umístění technologie LED diod č.2 .....        | 40        |
| 7.3       | Návrh umístění technologie LED diod č.3 .....        | 42        |
| 7.4       | Návrh hliníkové rohu rámu č.1 .....                  | 44        |
| 7.5       | Návrh hliníkové rohu rámu č.2 .....                  | 46        |
| 7.6       | Návrh hliníkové rohu rámu č.3 .....                  | 48        |
| 7.7       | Výběr inovačního řešení svítidla LEDEXA .....        | 50        |
| <b>8</b>  | <b>OPTIMALIZACE ŘEŠENÍ Z HLEDISKA DFX, FMEA.....</b> | <b>51</b> |
| 8.1       | DFM – Design for Manufacturing .....                 | 51        |
| 8.2       | DFM – Design for Maintenance.....                    | 52        |
| 8.3       | DFTF – Design for Trouble Free .....                 | 52        |
| 8.4       | FMEA – Failure Mode and Effect Analysis.....         | 53        |
| <b>9</b>  | <b>ANALÝZA DEFORMACÍ – ANSYS WORKBENCH 10.0.....</b> | <b>54</b> |
| <b>10</b> | <b>VÝROBNÍ DOKUMENTACE .....</b>                     | <b>57</b> |
| <b>11</b> | <b>VÝROBA PROTOTYPU .....</b>                        | <b>58</b> |
| <b>12</b> | <b>ZÁVĚR.....</b>                                    | <b>59</b> |
|           | <b>POUŽITÁ LITERATURA .....</b>                      | <b>61</b> |
|           | <b>SEZNAM PŘÍLOH .....</b>                           | <b>62</b> |

## Seznam zkratek a symbolů

| Označení           | Jednotky             | Název veličiny/popis                         |
|--------------------|----------------------|----------------------------------------------|
| a                  | h                    | optimistický odhad doby trvání úkolu         |
| $A_{100\text{mm}}$ | %                    | vytažení                                     |
| AA                 |                      | norma                                        |
| ALDP               |                      | hliníková mřížka                             |
| Al                 |                      | chemický prvek - hliník                      |
| b                  | h                    | pesimistický odhad doby trvání úkolu         |
| CNC                |                      | počítačem číslicově ovládané stroje          |
| de                 | h                    | očekávaná doba trvání etapy úkolu            |
| DFA                |                      | metoda konstruování z hlediska montáže       |
| DFM                |                      | metoda konstruování z hlediska výroby        |
| DFM                |                      | metoda konstruování z hlediska snadné údržby |
| DFX                |                      | metody konstruování vzhledem k X             |
| DIN                |                      | Německá norma                                |
| E                  | MPa                  | modul pružnosti v tahu                       |
| EN                 |                      | evropská norma                               |
| EXA                |                      | označení stávajícího výrobku                 |
| FMEA               |                      | analýza vad a jejich důsledků                |
| g                  | $\text{m.s}^{-2}$    | gravitační zrychlení                         |
| G                  | MPa                  | modul pružnosti ve smyku                     |
| HB                 |                      | tvrdost dle stupnice Brinella                |
| IP                 |                      | stupeň krytí elektrospotřebičů               |
| IPMA               |                      | mezinárodní asociace projektového řízení     |
| KO                 |                      | kryt opál                                    |
| l                  | mm                   | délka                                        |
| lr                 | $1/^{\circ}\text{C}$ | lineární stupeň roztažnosti                  |
| LED                |                      | světlo vyzařující dioda                      |
| LEDEXA             |                      | označení inovovaného výrobku, název projektu |
| m                  | kg                   | hmotnost                                     |

---

|                   |                   |                                                 |
|-------------------|-------------------|-------------------------------------------------|
| mn                | h                 | nejpravděpodobnější odhad doby trvání úkolu     |
| Mg                |                   | chemický prvek - hořčík                         |
| MODUS             |                   | firma MODUS spol. s r.o.                        |
| Obr.              |                   | obrázek                                         |
| OECD              |                   | organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj |
| P                 | W                 | výkon                                           |
| PERT              |                   | metoda pro odhadování doby trvání úkolu         |
| RIPRAN            |                   | analýza rizik                                   |
| R <sub>m</sub>    | MPa               | odolnost v tahu                                 |
| R <sub>P0,2</sub> | MPa               | hranice plastičnosti                            |
| S.M.A.R.T.i       |                   | metoda pro identifikaci cíle                    |
| s                 | mm                | síla materiálu                                  |
| Si                |                   | chemický prvek - křemík                         |
| T5                |                   | technologie zářivkových trubic                  |
| Tab.              |                   | tabulka                                         |
| Zn                |                   | chemický prvek - zinek                          |
| WBS               |                   | strom procesu                                   |
| Λ                 | W/m°C             | tepelná vodivost                                |
| ζ                 | kg/m <sup>3</sup> | hustota                                         |
|                   | °                 | úhel                                            |
|                   | °C                | teplota                                         |

## 1 CÍL PRÁCE

Cílem diplomové práce je inovace svítidla EXA s použitím technologie LED diod, popsání současného stavu svítidla a na základě poznatků vytvořit návrh inovačního řešení vedoucího k vyhotovení prototypu, rozšíření možnosti uplatnění svítidla, usnadnit případně výrobu svítidla a předvést možnosti výroby firmy. To vše za použití moderních inovačních metod.

Úkolem je popsat stávající stav svítidla a upozornit na slabá místa konstrukce svítidla EXA a následně naplánovat celou inovaci svítidla pomocí projektového řízení a dále provést průzkum trhu a zohlednit požadavky zákazníků v návrhu konstrukce, navrhnout vlastní koncepční řešení inovovaných prvků a vlastní osazení technologie LED diod ve svítidle. Pomocí metod DFX, FMEA analyzovat vybrané navržené řešení a optimalizovat řešení v době před zhotovením prototypu a vyrobit prototyp. Inovované svítidlo se uvažuje vyrábět v kusové či malosériové výrobě.

Závěrem bude zhodnocen průběh inovace na svítidle a dále bude provedeno krátké zhodnocení projektu LEDEXA. V závěru budou také uvedena doporučení k dalšímu podrobnějšímu zaměření.

### 1.1 Představení úkolu

V současné době v České Republice se výrobou LED diodových svítidel zabývá jen nepatrná část firem v daném oboru a vlastní konstrukční vývoj v LED diodových svítidel prakticky nemají, a pokud ano, využívají reverzního inženýrství na výrobcích od velkých nadnárodních společností jako je Phillips či Osram, jejichž výrobky slouží jako vzorky pro zkušenosti v dané oblasti. Je to především dáno tím, že jmenované nadnárodní firmy mají vlastní vývoj řídicí elektroniky LED a LED diod samotných. Vývoj v LED diodové technologii je v současné době velice bouřlivý a využití zdroje světla založené na technologii LED ve svítidle je spíše dnes pro dekorativní účely či speciální aplikace jako jsou zadní reflektory u automobilů či laboratorní aplikace. Zvládnutí této technologie pro přímé či nepřímé osvětlení je náročné a pro firmy je tento vývoj nákladný a výsledné vrácení vynaložení zdrojů není jisté. Firma musí být

dostatečně technicky zdatná, ale musí také odhadnout nejen současné, ale hlavně budoucí požadavky zákazníků na výsledný produkt a zaimplementovat je do inovace.

Vedením firmy Modus spol. s r.o. „dále jen **MODUS**“ byl v roce 2008 schválen záměr inovovat novou designovou řadu svítidel EXA o technologií se světelným zdrojem světla LED. Nejprve proběhly první studie v rámci spolupráce s Technickou univerzitou v Liberci v podobě semestrální práci a po zkušenostech v dané oblasti bylo stanoveno téma této diplomové práce. Předpokládá se, že nabídnutá technologie LED diod ve svítidle v kombinaci či bez se stávající technologie zdroje T5, jež je vybavena stávající řada svítidel EXA a bude vhodnou alternativou pro náročné zákazníky. Dále se také předpokládá i přilákání potenciálních zákazníků po představení prototypu na veletrzích či obdobných akcích.

LED diodová technologie má nesporné výhody, ale i nesporné nevýhody. V konstrukční části této diplomové práci bude využito výhod technologie LED diod a bude nutné minimalizovat nevýhody. Nevýhody jsou především dány fyzikálními zákony jako je šíření světla ze zdroje světla či vlastní zahřívání, proto je nutné se soustředit na inovaci v oblasti konstrukce svítidla a použít nejen vhodné konstrukční materiály. Kombinováním naplňování inovace pomocí projektového řízení a analýzy konstrukčního řešení bude zajištěno vhodné nasměrování inovace žádaným směrem.

Externí design svítidla by měl být, co nejvíce zachován, aby bylo svítidlo s technologií LED diod začlenit do typové designové řady svítidel EXA. Případně navrhnout vhodná konstrukční řešení, která by byla použitelná v celé řadě výrobků EXA. Nutná rozměrová změna svítidla proběhne a je s ní uvažováno již při počátku inovace. Jelikož zdroj a řídicí elektronika LED diod je na pořízení dražší v řádu min. 2x a více oproti technologii zářivkových trubic T5 není možné nákladovou cenu výrobku EXA s LED diodovou technologií za současných vstupních podmínek přivést na stejnou úroveň či dokonce nižší se zdrojem svítidla zářivkových trubic T5. Nelze proto, nákladovou cenu finálního inovovaného produktu posuzovat jako hlavní parametr pro celkové rozhodování či porovnávání mezi inovovaným světlem a stávajícím světlem EXA.

## 1.2 Představení firmy MODUS spol. s r.o.

Firma MODUS byla založena v roce 1994 a od roku 2004 patří k nejvýznamnějším výrobcům osvětlovací techniky v České republice a k významným exportérům tohoto průmyslového odvětví. V roce 2006 rozhodli majitelé firmy o dosud největší investiční akci v historii firmy a to pořídit moderní technologie, tak i pořídit nové prostory pro přestěhování výrobního závodu, kterému již současné podmínky neumožňovali další efektivní rozvoj [1].



Obr.1.1: Ukázka děrovacího automatu FINN-POWER

V oblasti technologií firma MODUS investuje do nákupu nejmodernějších výrobních zařízení jako je např. moderní kontinuální linka, děrovací automat FINNPOWER (Obr.1.1), laser SYNCRONO (Obr.1.2), tvářecí automat SALVAGNINI (Obr.1.2) a jednoúčelové počítačově řízené automaty na výrobu optických systémů a další, které umožňují dosahování požadované kvality a rychlosti zpracování polotovarů. Firma bude dále posilovat vlastní technologickou-vývojovou skupinu a současně daleko více rozvíjet spolupráci s univerzitami [1]. Jedním z příkladů je tato diplomová práce.

Ve vývoji nových svítidel firma MODUS zaměřuje především na zvýšení energetické účinnosti svítidel a snížení náročnosti výroby, tak jak předpokládá návrh vlády České republiky, předpokládající zvýšení energetické účinnosti o 20% [1].



Obr.1.2: Ukázka laseru SYNCRONO – 4KW a tvářecí automat SALVAGNINI

Tyto kroky jsou nezbytné i vzhledem k alarmujícím závěrům Pařížské konference o klimatu a vyplívajících nutných opatřeních pro zachování ekologické stability. Výše popsané úpravy stávajících svítidel a zejména vývoj nových typů vyžaduje i další investice do moderních technologií, které kromě již zmíněného efektu zvýšení účinnosti výrobků budou rovněž mít pozitivní dopad na snížení energetické náročnosti výroby. Tento trend je dlouhodobě sledován a zejména ve spolupráci s Fakultou elektrotechniky a ekologie, ZČU v Plzni je zaměřena právě na prohlubování znalostí této problematiky, v neposlední řadě i s významným dopadem, na aplikaci těchto poznatků v nastupující generaci konstruktérů a dalších odborníků vzešlých z této i dalších univerzit jako Technická univerzita v Liberci [1].

Oddělení technického podpory prodeje firmy MODUS se trvale zlepšuje soustavnou aplikaci těchto poznatků s následným využitím nejmodernějších technologií u přímých obchodních partnerů i koncových uživatelů. Formou řady seminářů i publikací v odborném tisku se firma snaží o změnu v myšlení obchodních partnerů a dalších uživatelů svítidel tak, aby byly v první řadě akceptovatelné technické parametry moderních výrobků, což se v řadě případů daří i přes stálý tlak ze strany dodavatelů produktů zejména asijské provenience, které v řadě případů rozhodně neoplývají těmi nejlepšími technickými parametry, které jsou pro uvedený účel potřebné [1].

## 2 POŽADAVKY NA INOVACI V OBLASTI SVĚTELNÉ TECHNIKY

Světelná technika je tvořena mnoha obory, příkladem je strojírenství, elektrotechnika a jinými vědeckými disciplínami, proto požadavky na inovace jsou mnohdy kombinací těchto oborů. V případě této diplomové práce je propojení několika oborů nevyhnutelné a nutné. Tato práce se bude zabývat převážně strojírenskou částí.

V první řadě je nutné definovat „*inovaci*“ – OECD definuje inovaci jako implementaci technologicky nového produktu nebo procesu, tyto typy technologických inovací zahrnují řadu vědeckých, technologických, organizačních, finančních a komerčních aktivit. Další možná definice „*inovace*“ – zavedení pokrokové kvalitativní změny v podobě nové kombinace výrobních faktorů umožňující novým způsobem uspokojit potřeby zákazníků. Spíše ekonomická definice „*inovaci*“ – novátorský tvůrčí čin v podnikání a řízení ekonomiky, který novým způsobem kombinuje výrobní faktory a (nebo) uskutečňuje změny v kvalitě a produktivitě jednotlivých výrobních faktorů či výrobků [2].

Inovace jsou důležité pro firmy, ale i pro zákazníky. Na základě různých průzkumů od zákazníků jsou stanoveny požadavky na inovace a následně firmy reagují implementováním inovací do svých výrobků a sledují, jak zákazníci na ně reagují. Vhodná inovace vytvoří konkurenční výhodu a může, tak rozhodnout o osudu nejen výrobku, ale i bytí či nebytí firmy. Je tedy nutné věnovat pozornost získání informačních požadavků od potenciálních zákazníků a správně nasměrovat směr inovací a jejich implementaci do výrobků či procesů. Pro naplánování inovace od vize k zhotovenému prototypu se využívá projektové řízení.

Ve světelné technice v současné době probíhá bouřlivý vývoj a jsou kladeny požadavky na inovace, jako jsou úspory provozních energií, ekologičnost výrobku či lepší ekonomičnost, zvýšení pasivní bezpečnosti používání výrobků, krátké dodací lhůty výrobků k zákazníkovi, minimální montáž svítidla u zákazníka a mnohé další požadavky. V době globalizace trhů je možné identifikovat tyto primární cíle u inovací

a to vysoká kvalita (vysoká hodnota) [2]. Nízké výrobní náklady, podpora flexibility a dodávek.

V první řadě jsou inovace v oblasti světelné techniky vidět v materiálech, v současné době jsou na trhu k dostání materiály (kovy či polymery) přímo určené jako reflektory pro daný typ zdroje svítidla s žádanými vlastnostmi jako jsou odrazivost či rozptýlení světla a další. Požadavky jsou kladeny na samotnou konstrukci svítidla (dostatečně pevné nebo možnost atypicky umístit svítidlo a další) či design (dnes je běžné, že zákazník předá svojí představu designu a je nutné zakomponovat představu do inovované konstrukce svítidla či do technologie). V neposlední řadě je srdcem každého svítidla řídicí elektronika. Jednotlivé požadavky na inovace budou dále rozebírány v jednotlivých kapitolách.

Pokud v současné době a v budoucnu firma chce zůstat konkurence schopná na celosvětovém trhu, musí neustále inovovat své stávající výrobky a mít inovace i vyššího řádu jako vytváření nových výrobků a dokonce celých řad. Inovace musí směřovat na požadavky zákazníků, jen tato cesta vede k tomu, aby měl zákazník zájem o svítidlo [2].

Dnes již výraznější inovace nejsou většinou dílem jednotlivců, ale multiprofesních odborných týmů a požadavky na inovace ve světelné technice se dostávají do podobného tlaku jako oblast automobilového průmyslu, a proto je nutné podrobit inovace různými analýzami či metodami, které zkoumají danou inovaci, před její implementací do života. Snižují se tak možná rizika ve výrobě již v době návrhu, náklady i čas uvedení produktu na trh.

## **2.1 Výhody a nevýhody technologie T5 a LED diod**

Každá technologie má své výhody a nevýhody a při konstruování svítidla je nutné, toto zohlednit. Výhody a nevýhody budou porovnávány mezi technologií T5 (Obr.2.1) a LED diody (Obr.2.2). První z těchto technologií je ve zkratce značena T5, jedná se o technologie zářivkových trubic (nízkotlakých výbojek). Výboj v trubicích je napájen a řízen elektronickým předřadníkem [3]. Technologie T5 trubic se vyznačuje

od ostatních zářivkových trubic průměrem trubice o průměru 16 mm a provozem pouze s elektronickým předřadníkem.



Obr.2.1: Ukázka zářivky T5 [3]

Výhody technologie T5:

- vyzařování úhel z trubice 360°
- snadná montáž (demontáž) zářivky z patice
- standardně využívané konstrukce svítidla (reflektory a podobně) pro tuto technologii
- možnost digitálně řídit pomocí elektroniky, včetně doplňků
- a další...

Nevýhody technologie T5:

- rozměry zářivek
- životnost zářivek
- dispoziční umístění zářivek ve svítidle
- a další...

Druhou z technologií probrané v této kapitole jsou LED diody. V překladu tato technologie označuje světlo vyzařující diodu nebo elektroluminiscenční dioda. Prochází-li přechodem elektrický proud v propustném směru, přechod emituje nekoherentní světlo s úzkým spektrem. Pásmo spektra záření diody je dáno chemickým složením diody. Pro provoz LED diod ve svítidle je nutná vlastní řídicí elektronika (obdoba elektronického předřadníku v technologii T5).



Obr.2.2: Ukázka LED diod [3]

Výhody technologie LED diod:

- životnost LED diod za dodržení požadavků výrobce
- flexibilita dispozičním umístění LED diod ve svítidle
- možnost digitálně řídit pomocí elektroniky, včetně doplňků
- rozměry LED diod
- možnost barevných scén (širší uplatnění oproti technologii T5)
- bouřlivě vyvíjející se technologie – uplatnění, optimalizace technologie

Nevýhody technologie LED diod:

- nutnost vyřešit teplotního zatížení
- různá intenzita světla ve vyzařovacím úhlu
- pořizovací náklady
- světlo z LED diod může být pro někoho nepříjemné

### 3 STÁVAJÍCÍ SVÍTIDLO EXA

Svítidlo EXA patří do skupiny designových svítidel nabízené firmou MODUS. Svítidlo EXA bylo vyvíjeno od roku 2007 a ve stejném roce bylo svítidlo uvedeno na trh. Svítidlo po uvedení do sériové výroby bylo stále konstrukčně vylepšováno a proběhly i materiálové změny. Svítidlo je nabízeno v mnoha variantách (Obr.3.1 a 3.2). Uvedení variant do sériové výroby nebylo provedeno najednou, ale až po zájmu zákazníků byly další varianty dopracovány a zavedeny do výroby. Značení svítidel EXA: EXA 414 KO (EXA – je druhové označení svítidla, 414 – výkon trubic 4ks x 14 W a

označení KO – je označení materiálového optického systému v daném případě opálový kryt).



Obr.3.1: Svítidlo EXA 414KO [1]



Obr.3.2: Svítidlo EXA 428KO [1]

Nabízené varianty svítidla (Tab.3.1) jsou vždy se světelným zdrojem zářivkových trubíc T5 a s krytím IP 20. Tvarově se liší varianty od čtvercového tvaru po obdélníkový tvar (dáno délkou zářivkových trubíc T5). Jako reflektor je použit kryt opálový a v současné době je možné dodat variantu svítidla s hliníkovou mřížkou jako reflektor. Svítidlo je primárně určeno do kancelářských prostor či společenských prostor. Svítidlo lze osadit elektronickým předřadníkem dle přání zákazníka. Svítidlo je určeno pro přímé, ale i nepřímé osvětlení.

Tab.3.1: Dostupné varianty svítidla EXA [4]

| Varianta<br>svítidla | Výkon<br>[W] | Délka<br>[mm] | Šířka<br>[mm] | Výška<br>[mm] |
|----------------------|--------------|---------------|---------------|---------------|
| EXA214KO             | 2x14         | 600           | 160           | 53            |
| EXA228ALDP           | 2x28         | 1 200         | 160           | 60            |
| EXA228KO             | 2x28         | 1 200         | 160           | 53            |
| EXAD228ALDP          | 2x28         | 1 200         | 160           | 60            |
| EXAD228KO            | 2x28         | 1 200         | 160           | 60            |
| EXA235KO             | 2x35         | 1 500         | 160           | 53            |
| EXAD235KO            | 2x35         | 1 500         | 160           | 60            |
| EXA249KO             | 2x49         | 1 500         | 160           | 53            |
| EXAD249KO            | 2x49         | 1 500         | 160           | 60            |
| EXA254KO             | 2x54         | 1 200         | 160           | 53            |
| EXAD254KO            | 2x54         | 1 200         | 160           | 60            |
| EXA414ALDP           | 4x14         | 605           | 605           | 60            |
| EXA414KO             | 4x14         | 605           | 605           | 53            |
| EXAD414ALDP          | 4x14         | 605           | 605           | 60            |
| EXAD414KO            | 4x14         | 605           | 605           | 60            |
| EXA424KO             | 4x24         | 605           | 605           | 53            |

### 3.1 Hliníkový rám svítidla EXA

Hliníkový rám (Obr.3.3) tvoří hlavní obrysovou část svítidla. Hliníkový rám je připevněn pomocí pružin (4 až 6 ks dle typu) k osazenému základovému plechu. Součástí rámu je reflektor (jsou možné dvě varianty polymerový deska nebo hliníková mřížka). Rám z externí pohledové části tvoří zásadním způsobem design svítidla. Vnitřní část rámu, resp. vnitřní části profilu jsou konstrukčně navrženy pro možnost uchycení součástí. Jelikož rám je tvořen ze 4 kusů hliníkových profilů a spojovacích prvků, vzniká problém při montáži a to vůle v rozích (po rozsvícení svítidla se daný problém zviditelní). Tento problém byl již v minulosti několikrát vytýkán zákazníky jako výrazný nedostatek.

Hliníkový profil byl navrhnout v oddělení technického rozvoje ve firmě MODUS, jako podklad sloužily designové studie vytvořené pro tento model. Dodavatelem profilu byla vybrána firma SAPA Profily s.r.o., která je členem mezinárodní skupiny SAPA Group. Na základě návrhu profilu od firmy MODUS vyrobila nástroj firma SAPA Profily s.r.o. a potřebné profily dodává v délkách  $l=3000$  mm nebo  $l=6000$  mm. Hliník, z kterého jsou vyráběny profily, je značen EN AW-6060. Chemickými symboly je

označován EN AW-Al MgSi, značení dle DIN AlMgSi0,5 F19. Norma dle asociace společností zabývajících se výrobou hliníku je AA 6060. Technické parametry jsou uvedeny v Tab 3.2.



Obr.3.3: Foto hliníkového rámu

Tab.3.2: Technické parametry Al-profilu EXA [5]

|                                                 |                       |
|-------------------------------------------------|-----------------------|
| Hranice plastičnosti $R_{p0,2}$ [MPa]           | 60                    |
| Odolnost v tahu $R_m$ [MPa]                     | 120                   |
| Vytažení $A_{100\text{ mm}}$ [%]                | 16                    |
| Tvrdost dle stupnice Brinella [HB]              | 40                    |
| Tepelná vodivost $\Lambda$ při 20°C [W/m°C]     | 190                   |
| Hustota $\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]             | 2 700                 |
| Modul pružnosti E [MPa]                         | 70 000                |
| Modul ve smyku G [MPa]                          | 27 000                |
| Poissonovo číslo                                | 0,33                  |
| Součinitel lineární roztažnosti $\alpha$ [1/°C] | $23 \times 10^{-6}$ C |

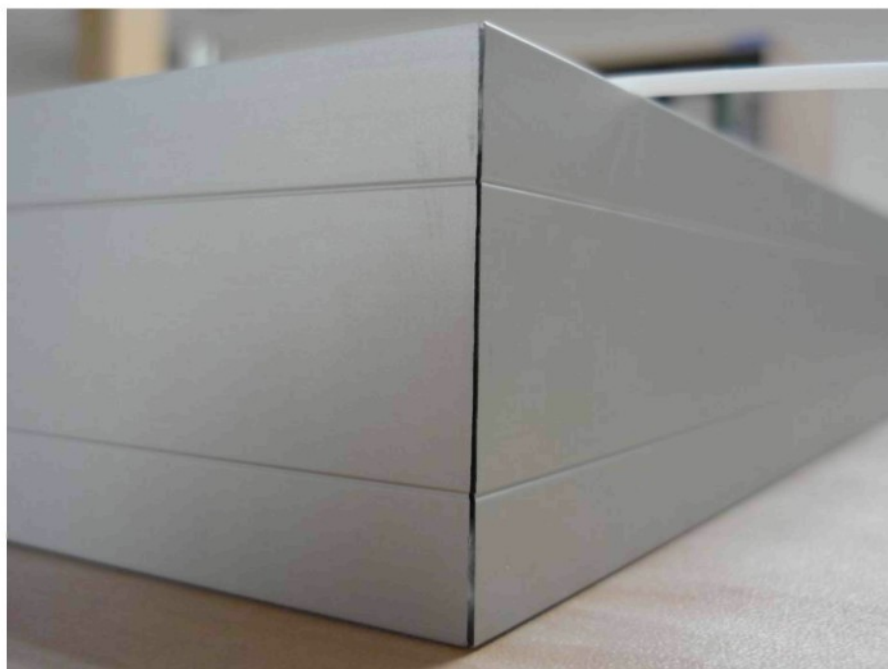
### 3.2 Spojovací prvky rámu

Spojovací prvky rámu jsou důležitou konstrukční částí rámu. Spojky rámu spojují jednotlivé hliníkové profily do konstrukčního celku, včetně rohových úhelníků. Pomocí šroubů M4x6 Zn DIN 933 a matic M4 jsou připevněny rohové spojky do AL-profilů (Obr.3.4). Rohová spojka je materiálově vytvořena

z nízkouhlíkové oceli ČSN 42 6312.32 – 11 321 s povrchovou úpravou – žárově zinkováno. Na spasovaném rámu (Obr.3.5) byl identifikován kritický nedostatek konstrukce, který je dána i spojovacími prvky, proto roh hliníkové rámu bude zahrnut do inovace řešené v této diplomové práci.



Obr.3.4: Rohový úhelník EXA a vnitřní rohová spojka



Obr.3.5: Roh spasovaného hliníkového rámu – kritický nedostatek

Další důležitým spojovacím prvkem v rámu jsou úchytné pružiny, které jsou určeny pro spoj mezi spasovaným hliníkovým rámem a osazeným základovým plechem. Pružiny jsou přišroubovány pomocí šroubů M4x6 Zn DIN 933 a matic M4 k hliníkovým profilům. Po celém rámu jsou upevněny 4ks až 6ks pružin (dle typu) a jsou rozmístěny vždy po 2ks až 3ks (dle typu) na jeden profil. Ve svítidle je již použita druhá inovovaná generace pružin. Pružina je materiálově vytvořena z nízkouhlíkové oceli ČSN 42 6312.32 – 11 321.

### 3.3 Reflektor

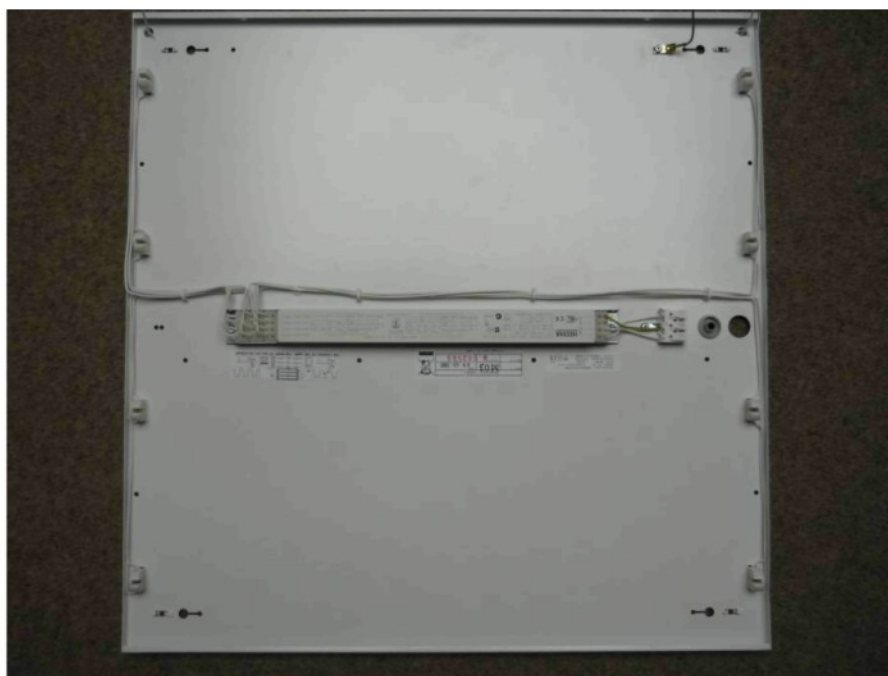
Koncepčně může být umístěn jeden ze dvou druhů reflektorů. Prvním z nich je polymerový materiál, který je střižen na přesný rozměr desky o síle 2,7 mm (Obr.3.6). Materiál rozptyluje dopadající světlo a svojí strukturou působí jako reflektor. Druhou možností je hliníková mřížka, kde světlo vycházející z trubice T5 se odráží od mřížky a je nasměrováno žádaným směrem. Součástí mřížky musí být krycí plech.



Obr.3.6: Sestavené svítidlo EXA s polymerovým optickým systémem

### 3.4 Osazený základový plech

Základový plech je vyroben z materiálu ČSN 42 6312.32 – 11 321.21, který je vyděrován a následně ohraněn a finálně nalakován. Do základového plechu je dále upevněna řídící elektronika, objímky, příchytky kabelů, kabeláž, štítky, průchodky a další. Vzniklý osazený základový plech (Obr.3.7) lze upevnit do hliníkového rámu. Rozmístění elektroniky na základovém plechu je individuální, dle typu svítidla EXA.



Obr.3.7: Rozmístění řídící elektroniky na základovém plechu

## 4 PLÁNOVÁNÍ INOVACE POMOCÍ PROJEKTOVÉHO ŘÍZENÍ

V této kapitole bude naplánován inovační proces svítidla od vize k vyhotovení prototypu svítidla. Inovace je dostatečně jedinečná, složitá a nebude se opakovat a tak splňuje požadavky pro projektové řízení. Cílem projektového řízení je zajistit naplánování úspěšného projektu [6]. Pomocí projektového řízení lze proces nejen zrychlit, ale dosáhnout také zapojení do projektu strany, které ovlivňují projekt. V projektovém řízení se vyskytuje mnoho metod a různých cest k dosažení

požadovaného cíle, proto je každý projekt jedinečný nejen svým obsahem, ale i formou jakou je zpracován.

Celý projekt prochází vždy svým životním cyklem. V případě této diplomové práce od vize inovace svítidla k cíli - vyhotovení prototypu. Pro naplňování inovačního projektu byl zvolen standard v projektovém řízení IPMA (International Project Management Association) v nezbytné míře.

## 4.1 Pojmenování inovační projektu

Každý projekt by měl být pojmenován minimálně z důvodů technické komunikace či dalších. Inovační projekt byl pojmenován LEDEXA. Výsledné pojmenování bylo vybráno na základě osobního pocitu a dodržení vazby se stávajícím pojmenováním svítidla EXA. Tabulka s variantami názvu projektu je součástí této kapitoly (Tab.4.1).

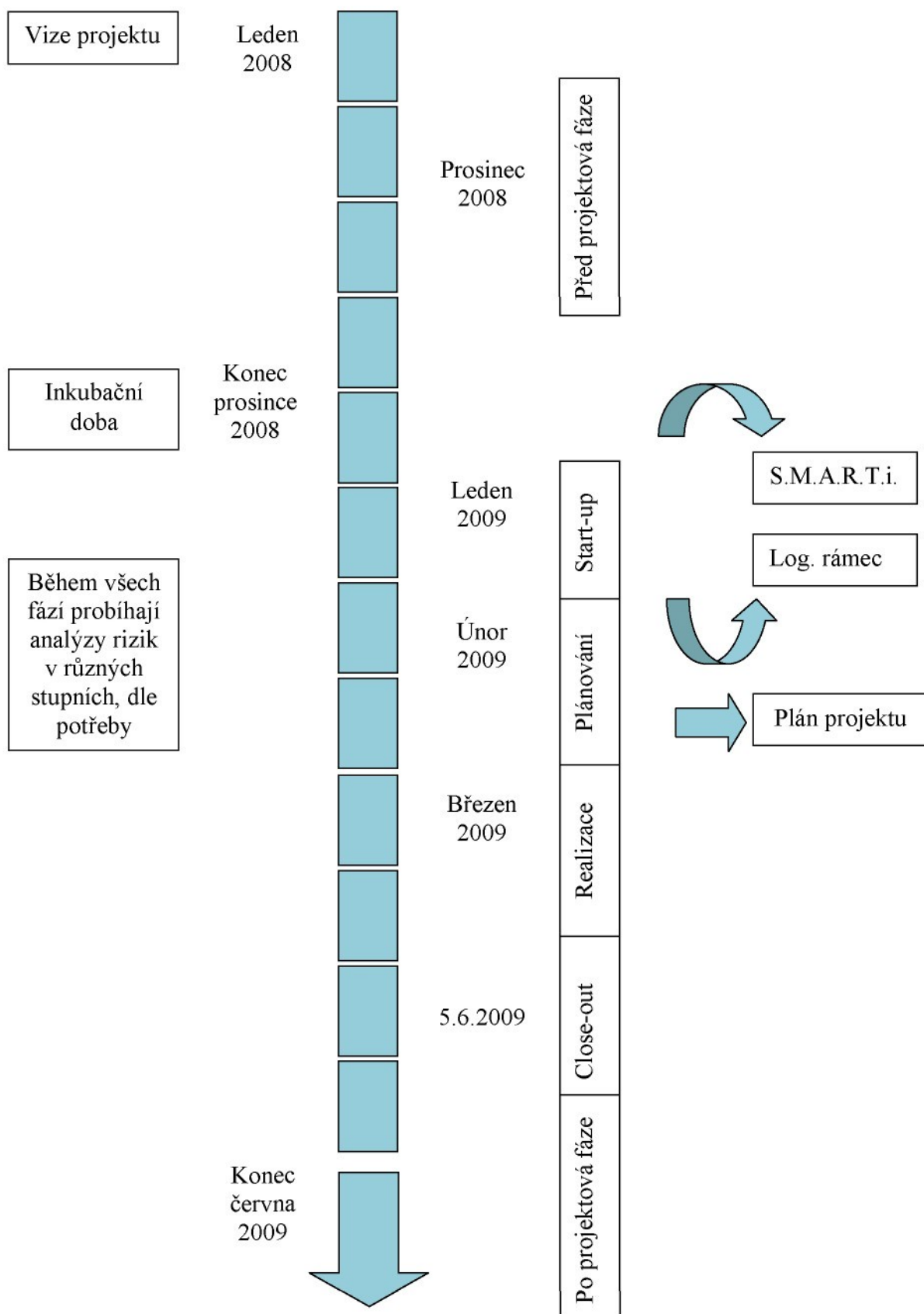
Tab.4.1: Návrhy varianty pojmenování projektu

|        |         |        |         |
|--------|---------|--------|---------|
| TULED  | NEWEXA  | DELAXE | LEDAXE  |
| EXATUL | LEDEXA  | TULINI | INI EXA |
| LEDINI | NOVAEXA | VEXA   | LEXA    |

## 4.2 Životní cyklus projektu LEDEXA

Jak již bylo zmíněno v předešlé kapitole, každý projekt má svůj životní cyklus. Pro elementární přehlednost v projektu je nutné vytvořit grafické ztvárnění celého cyklu v časové vazbě (Obr.4.1). V projektu LEDEXA se budou vyskytovat tyto fáze:

- vize
- před projektová fáze
- zahájení – Start-up
- plánování
- realizace
- ukončení – Close-out
- po projektová fáze



Obr.4.1: Životní cyklus projektu LEDEXA

## 4.3 Vize projektu

Vize projektu je dána zadáním této diplomové práce. Inovovat svítidlo EXA s přidáním technologie LED diod a představit tím možnosti vývoje firmy MODUS a nabídnout tak zákazníkům moderní designové svítidlo jako vhodnou alternativu ke stávajícím svítidlům na trhu.

## 4.4 Před projektová fáze

V před projektové fázi je nutné se zaměřit na strategické úvahy, analýzy či případné studie. Tato fáze projektu nesmí být podceňována, neboť nedostatečné zaměření na tuto fázi zapříčiní přibližně 50% všech neúspěch projektů. Význam před projektové fáze:

- posoudit danou příležitost a prozkoumat možnost její realizace
- způsob provedení této fáze ovlivňuje vlastní realizaci
- v mnoha případech připravenost fáze rozhoduje o přidělení či nepřidělení zdrojů nebo o pokračování či nepokračování projektu v další fázi

Tab.4.2: Základní otázky a odpovědi

|                               |                                                                             |
|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| O jaký typ projektu se jedná? | produktový projekt, interní vývoj, nízká komplexnost projektu, projekt s TU |
| Předmět a rozsah projektu?    | Inovování svítidla EXA s LED technologií v rozsahu diplomové práce          |
| Cíle projektu?                | viz. metoda S.M.A.R.T.i. – příloha č.1                                      |
| V jakém kontextu?             | zohlednění požadavků firmy Modus a TU v Liberci                             |
| Výchozí podmínky?             | veškeré zdroje jsou dostupné, zadána diplomová práce, zázemí firmy          |
| Výchozí předpoklady?          | zájem zákazníků o technologii LED a o svítidlo EXA                          |
| Zdroje financování?           | jsou dostupné, cena projektu by neměla přesáhnout částku 30 000 Kč          |
| Kritéria úspěchu?             | zhotovení funkčního prototypu a obhájení prototypu                          |

Ve složitějších projektech jsou běžné v této fázi provedené studie příležitostí a studie proveditelnosti. V kontextu složitosti a již schválení projektu LEDEXA (schválení tématu diplomové práce) bude použito několik základních otázek a odpovědí (Tab.4.2). V před projektové fázi nebudou prováděny studie.

## 4.5 Inkubační doba

Tato fáze projektu je specifická v rozhodování o bytí či nebytí projektu respektive jeho schválení ke spuštění. Projekt LEDEXA byl v této fázi schválen, jak firmou MODUS i vedoucím diplomové práce a jako schvalovací listina ke spuštění projektu bylo vydáno zadání diplomové práce.

## 4.6 Zahájení projektu – Start-up

V této fázi projektu byl vypracován logický rámec projektu a určení cíle projektu, jmenování týmu a manažera projektu. Jmenování členů týmu je dáno zadáním diplomové práce:

- manažer projektu (vedoucí diplomové práce): doc. Ing. Ladislav Ševčík, CSc.
- člen týmu pro konzultace: Ing. Milan Dolejší
- člen týmu pro plánování: Bc. Tomáš Vach

Pro definování cíle projektu bylo využito metody S.M.A.R.T.i., která je zpracována v příloze č.1. Vypracovaný logický rámec je umístěny v příloze č.2.

## 4.7 Plánování projektu

Tato fáze dle názvu kapitoly je zaměřena na naplánování celého projektu v duchu trojimperativu (Obr.4.2). V této fázi je nutné provést věcnou dekompozici a odpovědět si na základní otázky projektového řízení - Co? Kdo? Co a Kdo? Kdy? Za Kolik? Co když? Včas provedené malé a nepříliš drahé plánování zabrání později mnoha velmi nákladným změnám [7]. Je obtížně rozhodnout, kolik plánování je zapotřebí, neboť pro každý projekt je jiná. Jako podpora pro řízení projektu ve fázi plánování byl využit software Microsoft Project 2007. Časový odhad trvání

jednotlivých úkolů byl zvolen dle osobních zkušeností s využitím metody PERT, dle vztahu (1). Výstupy z Microsoft Projectu 2007 (zejména Ganttův diagram a diagram WBS) jsou umístěny v příloze č.3.

$$de = \frac{a + 4mn + b}{6} \quad (1)$$

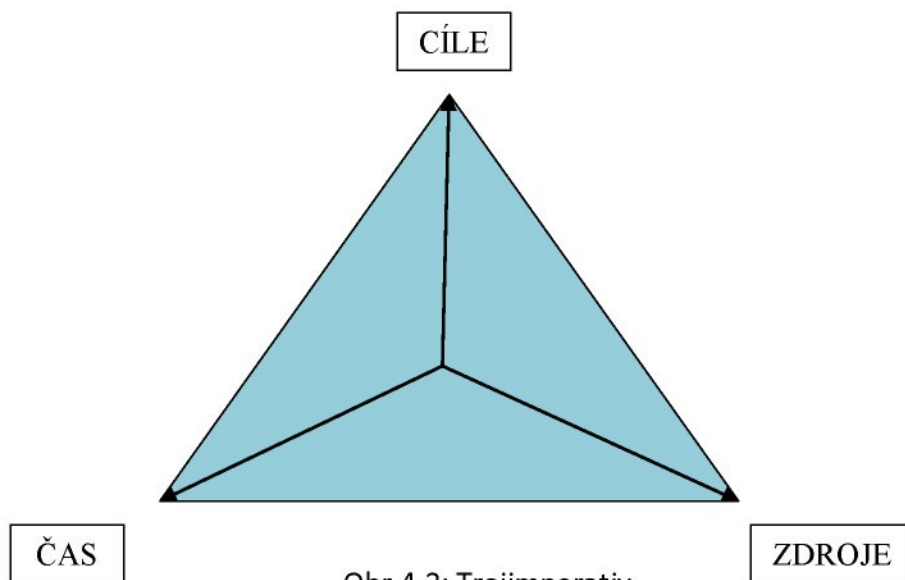
Kde značí:

de ..... očekávaná doba trvání úkolu (dny, hodiny)

a ..... optimistický odhad doby trvání úkolu (dny, hodiny)

mn ..... nejpravděpodobnější odhad doby trvání úkolu (dny, hodiny)

b ..... pesimistický odhad doby trvání úkolu (dny, hodiny)



Obr.4.2: Trojimperativ

## 4.8 Realizace projektu

V této fázi se sleduje plnění jednotlivých úkolů, či splnění milníků, použití zdrojů a dalších záležitostí, vše v duchu dodržení trojimperativu. V případě, že se projekt pohybuje v daných mezích, není nutné zasahovat do naplánovaného projektu či vyvolávat krizové řízení projektu. Tato část projektu již není v zadání diplomové práce, a proto není řešena.

## 4.9 Ukončení projektu – Close-out

Uzavření projektu LEDEXA je považováno vyrobení prototypu inovovaného svítidla EXA s technologií LED. Prototyp musí být funkční. Jeho hlavní inovované části mohou být vyrobeny z alternativních materiálů než finální nabízený produkt – zejména se jedná o díly vyrobené pomocí metody Rapid prototyping. V této fázi nebudou řešeny předávací protokoly prototypu a podobné záležitosti.

## 4.10 Po projektová fáze projektu

V po projektové fázi projektu LEDEXA se řeší vyhodnocení projektu, případně ponaučení do dalších nejen obdobných projektů. Vyhodnocení projektu proběhne ve zkrácené míře v závěru této diplomové práce a při obhajobě diplomové práce a při prezentaci prototypu managementu firmy MODUS.

# 5 INOVACE SVÍTIDLA

Každý inovační proces lze systematicky plánovat a řídit. K tomuto účelu slouží specifické metodické postupy, které celý proces inovace zrychlují a zefektivňují. Proces plánování začíná identifikací inovačních příležitostí, které jsou založeny na dialogu s budoucím uživatelem či prodejcem, sběru jeho názorů, rozboru kladů a záporů konkurenčních výrobků apod. Následně proběhne aplikace poznatků z rozborů na konstrukce inovace. Je nutné mimo jiné zohlednit požadavky zákazníků v konstrukci svítidla neboť právě reakcí na budoucí inovované svítidlo LEDEXA rozhodnou o úspěšnosti inovace.

## 5.1 Inovační záměr

Cílem inovace je navrhnout a vyrobit svítidlo, které bude zapojeno do designové řady svítidel EXA, které bude vybaveno technologií LED diod – min. 1ks LED diody. Inovované svítidlo pojmenované LEDEXA bude vycházet z designové řady svítidel EXA. Svítidlo musí být uzpůsobeno pro novou technologii LED diod a musí být vyřešeno pasivní chlazení LED diod. Dále je nutné vyřešit usměrnění světla z LED

diod. Součástí inovace bude hliníkový roh rámu. Neměl by se měnit zásadním způsobem vzhled svítidla. Inovováním svítidla by se měla usnadnit výroba svítidla a měly by se prezentovat výrobní možnosti firmy MODUS. Inovované svítidlo by mělo mít větší možnost uplatnění než svítidlo EXA. Do inovace musí být zahrnuty zákaznické potřeby. Výroba inovovaného svítidla se uvažuje v kusové či malosériové výrobě. Inovované svítidlo je určeno pro celosvětový trh, převážně do nových či rekonstruovaných administrativních budov.

## 5.2 Identifikace zákaznických potřeb

Filozofie metod pro identifikaci zákaznických potřeb vychází ze snahy vytvořit vysoce kvalitní informační kanál mezi zákazníky na cílovém trhu a pracovníky podílejícími se na inovaci výrobku. Předpokladem úspěchu je to, že management a členové inovačního týmu, kteří bezprostředně ovlivňují charakteristiky výrobku, musí být v přímém kontaktu se zákazníky a mít zkušenosti s chováním a používáním výrobku. Bez této přímé zkušenosti nemohou být technická řešení a zákonité kompromisy udělány dobře a tím pádem nebudou objevena skutečné inovační řešení. Cílem metod zaměřených na identifikaci zákaznických potřeb je proto zejména [2]:

- identifikovat skryté a zřejmé potřeby zákazníků
- zajistit, že nebude opominuta žádná zásadní potřeba
- umožnit ověření vazby mezi potřebami a charakteristikami výrobku
- zaznamenat informace o zákaznických potřebách
- usnadnit porozumění jednotlivým potřebám zákazníků manažery a členy inovačního týmu

Pro získání dat (potřeby) se zákazníky byl vypracován dotazník a následně proběhlo osobní interview s vyplněním tohoto dotazníku – celkem proběhlo 83 interview s vyplnění dotazníku z 96 oslovených účastníků. Vzorový dotazník je umístěn jako příloha č. 4. Oslovení byly zaměstnanci firmy MODUS, ale převážně odběratelé. Dále byl proveden průzkum zákaznických potřeb pomocí internetu a to

převážně formou přečtení fór na téma LED diody. V těchto fórech byly zejména řešeny nedostatky daných svítidel, či zklamání na nevhodná řešení pro zákazníka, či nevyužitý potenciál dané technologie. Získaná data byla zpracována pomocí afinního diagramu zákaznických potřeb. V diagramu (Dia.5.1) jsou již interpretované potřeby uspořádány do skupin. Potřeby budou zohledněny při návrhu inovace svítidla.

Dia. 5.1: Afinní diagram zákaznických potřeb

#### **Bezpečnost svítidla**

Svítidlo by mělo být pasivně bezpečné

Svítidlo by mělo být snadné upevnit a následně i možnost snadného demontování

Svítidlo by mělo být vyrobeno z kvalitních materiálů a dílů

#### **Funkce svítidla**

Svítidlo by mělo být schopné světelných scén, případně i barevné scény

Svítidlo by mělo být snadno ovladatelné – bezdrátové ovládání, digitální řízení

Dle potřeby využívat pro osvětlení místnosti nebo jako orientační osvětlení

Svítidlo svým designem musí zaujmout

#### **Přínosy inovovaného svítidla**

Nabídne alternativu zákazníkům ke stávajícím svídlům – zvýší atraktivitu produktu

Zvýšení bezpečnosti svítidla

Uspornění výroby svítidla – možná aplikace do celé řady výrobků EXA

Úspora na provozních nákladech – při střídní technologie T5 a LED diod

Získání zkušeností v dané oblasti

Zostření tlaku na konkurenci

Vyšší životnost produktu

Zvýší prestiž výrobní firmy

## 6 PRŮZKUM ZNÁMÝCH ŘEŠENÍ

Z důvodu zjištění zda inovace již není dříve řešena, je nutné provést průzkum známých řešení. Nejeefektivnější v tomto případě se jeví provést průzkum výrobků pomocí internetu u konkurence v České republice. Ve světě je mnoho výrobců svítidel a i v České republice o nich není nouze, jen nepatrná část se zabývá svítidly s LED technologií. Zajímá nás pouze část firem zabývajících se designovými svítidly do interiérů v České republice jako hlavní konkurence. Každý výrobce pouze uvolní informace obecného charakteru a je to z důvodu svého „know-how“. Další možností je zakoupit případné konkurenční svítidlo a provést rozbor. Vzhledem k tomu, že inovace proběhnou převážně na rámu svítidla (profil je jedinečný) a základovém plechu, bude průzkum pomocí internetu zaměřen převážně na koncepční řešení umístění LED technologie.

### 6.1 LED diodové svítidlo od firmy ELKOVO Čepelík

Firma ELKOVO Čepelík nabízí LED diodové přisazené svítidlo s označením ZC LED 18/OPAL ZK (Obr.6.1). Jedná se o svítidlo s klasickou konstrukcí základové plechu navrhovaného pro zářivková svítidla T5. Hlavní konstrukční tělo svítidla je tvořeno plechem a nikoliv hliníkem. Rohové spojky jsou vyrobeny z polymeru, který má dále upravený povrch v přibližném odstínu hliníku. Rohové spojky splňují funkci vyplnění rohové prostoru a držení tvaru plechu. Optika svítidla tvoří opálový kryt v hliníkovém rámečku. Koncepčně je řídicí elektronika včetně LED diod uzavřena v celém svítidle a tepelné zatížení musí snést svítidlo bez výrazného pasivního chlazení. Rozměry svítidla jsou 1250 x 175 x 60 mm. Výkon svítidla 18 ks LED x 2,5 W, celkem tedy výkon svítidla  $P = 45\text{W}$  – výrobcem je udáváno, že tento výkon je náhrada za zářivku o výkonu  $P = 36\text{W}$ . V daném případě toto řešení postrádá smysl ohledně úspor nákladů na provoz. LED diod jsou dodané od americké firmy CREE.

Váha svítidla je udávána dle katalogového listu  $m = 2,5\text{kg}$ . Neméně důležitý údaj je krytí IP 20. Svítidlo bylo nabízeno k prodeji již v roce 2007 a o jeho úspěšnosti

nejsou známy bližší informace. Řídící elektronika není specifikována, jakékoliv další komfortní funkce není možné popsat.



Obr.6.1: Svítidlo ZC LED 18/OPAL ZK [8]

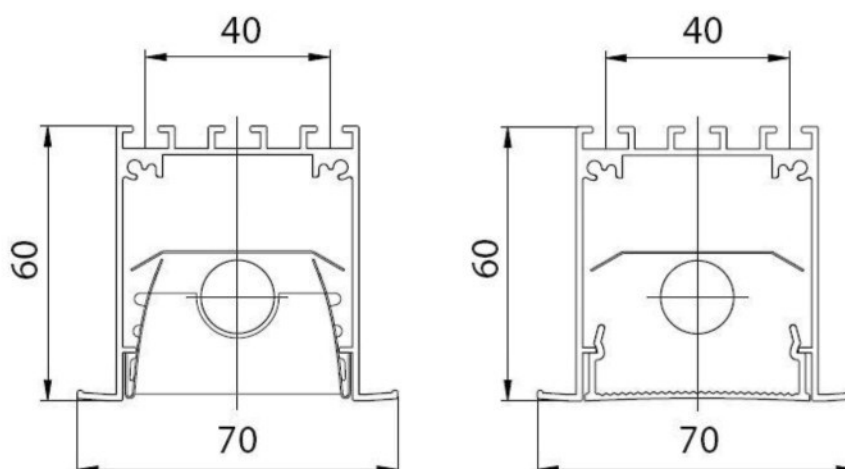
## 6.2 LED diodové svítidlo od firmy INGE Opava

Firma INGE Opava, jenž se zabývá převážně výrobou hliníkový designových hliníkových svítidel, nabízí LED diodové svítidlo pod označením KVADRA-R (Obr.6.2). Koncepčně je svítidlo pojato tak, aby bylo možné do svítidla zabudovat technologii T5 zářivkových trubíc nebo technologii LED diod. Tělo svítidla je hliníkový profil (Obr.6.3), do kterého je osazena veškerá elektronika a optický systém (hliníková mřížka nebo polymerová deska). Hliníkové profil chladí efektivně svítidlo při provozu, přesto, že svítidlo je umístěno v podhledu. Svítidlo lze umístit do sádkartonových příček, což rozšiřuje možnosti uplatnění. Svítidlo je navrženo jako uzavřené. Viditelná pohledová část rámu je eloxovaný hliník. Ve variantě svítidla s LED technologií, je dodáno svítidlo nevystrojené a elektronika je na požadavcích zákazníka. Řídící elektronika tedy není specifikována, jakékoliv další komfortní funkce není možné popsat. Vzhledem k rozměrům profilu lze spekulovat o univerzálnosti

profilu pro různé druhy řídicí elektroniky. O úspěšnosti prodeje toto produktu nejsou známy bližší informace.



Obr. 6.2: Svítidlo KVADRA-R – pohledová část [9]



Obr.6.3: Řez profilem svítidla–v levé části s mřížkou,v pravé s polymerovou deskou[9]

### 6.3 LED diodové svítidlo od firmy MODUS

Firma MODUS nabízí svítidlo LLY 228 ALDP LED. Jedná se o přisazené mřížkové svítidlo, ve kterém je přidána technologie LED diod a souběžně je použita technologie zářivkových trubíc T5. Tělo svítidla tvoří ohraněný plech do patřičného tvaru. Povrch těla je upraven lakováním do bílé barvy. Optický systém u technologie T5 je hliníková mřížka. LED diody jsou odsazené od trubice T5 a má vlastní optický reflektor, který je součástí dodávky od výrobce LED diod. Svítidlo má rozměry 1580 x 238 x 65 mm.

Hmotnost svítidla je udávána výrobcem  $m = 4\text{ kg}$ . Řídící elektroniku je možné dodat, dle přání zákazníka. Volitelnou položkou svítidla je možnost doplnění o nouzový zdroj svítidla. Charakteristika LED diodové setu je vždy  $P = 3 \times 1\text{ W}$  (vyzařovací úhel  $25^\circ$ ). Jak již název napovídá, ve svítidle jsou umístěny dvě zářivkové trubice o výkonu  $P = 28\text{ W}$  na kus zářivkové trubice. Svítidlo LLY 228 ALDP LED je zobrazeno na obr. 6.4.



Obr.6.4: Svítidlo LLY 228 ALDP LED [1,4]

## 7 VLASTNÍ INOVAČNÍ NÁVRHY ŘEŠENÍ

V této kapitole budou uvedeny vlastní inovační návrhy řešení. V kapitolách 9.1 až 9.3 budou uvedeny návrhy řešení umístění LED technologie v inovovaném svítidle LEDEXA. V kapitolách 9.4 až 9.6 budou uvedeny návrhy řešení hliníkového rohů rámu. Hliníkové rohy rámu jsou kriticky slabá místa designového svítidla EXA.

Ve svítidle je nutné vyřešit teplotní zatížení – software pro vyřešení tohoto problému během vypracování diplomové práce nebyl dostupný, ani ve firmě MODUS není tento problém řešen pomocí softwaru v době návrhu svítidla, ale až na funkčním prototypu. Vyřešení teplotního zatížení bude řešeno osobní zkušeností v daném oboru a konzultacemi s vedoucím práce a konzultantem. Teplotní zatížení je a bude

možné ověřit na funkčním prototypu pomocí bezdotykového nebo dotykové měřiče teploty.

Další neméně důležitou částí v návrhu jsou optické systémy pro usměrnění nebo naopak rozptýl světla. V současné době jsou dostupné speciální materiály pro optické systémy LED diod, jak hliníkové materiály, tak polymerové. Výhodou polymerů je jejich snadná výroba z polotovaru – stříh na přesný rozměr desky a také rozptýlení bodového zdroje světla. Nevýhodou polymerových optických systému je snížení intenzity světla. Výhodou hliníkových mřížek je zachování intenzity světla (ne však na okrajích a středu vyzařujícího úhlu), ale rozhodující nevýhodou je špatné rozptýlení bodového světla a také vznik takzvaných tmavých pruhů (odrazy vznikají stíny od části mřížky) – toto je vztaženo ke stávajícím mřížkám T5 (ideální hliníková mřížka pro LED technologii v této diplomové práci není řešena, z důvodu rozsahu diplomové práce).

Vzniklé návrhy vycházejí z osobní zkušenosti (poučení z dřívějších projektů ve světelné technice) a využití principů odkladu ukvapeného posuzování námětu a spojování myšlenek, které v minulosti spojovány nebyly. Při návrzích byla využita i doporučená literatura [10].

Návrhy budou podrobeny vyhodnocení a výsledné návrhy budou podrobeny analýzám a budou detailněji rozpracovány.

Vybrané součástky technologie LED od firmy OSRAM byly vybrány, dle osobních zkušeností s danými produkty a také dle jejich dostupnosti (katalogové listy vybraných součástí s přesnou technickou specifikací jsou v příloze č.5) [11]:

- LD06A-W3F-727 – EAN 4008321 215369 – slot LED diod
- OT DALI DIM – EAN 4008321 061195 – řídící elektronika LED diod
- TOUCH DIM RC – EAN 4008321 031938 – rádiový modul
- TOUCH DIM WCU – EAN 4008321 032737 – spínač radiového modulu
- OT 75/120-277/24E – EAN 4008321 817477 – provozní přístroj
- ILD-2PIN – EAN 4008321 182845 – kabeláž
- LD-2CONN-40 – EAN 4008321 182869 – kabeláž

## 7.1 Návrh umístění technologie LED diod č.1

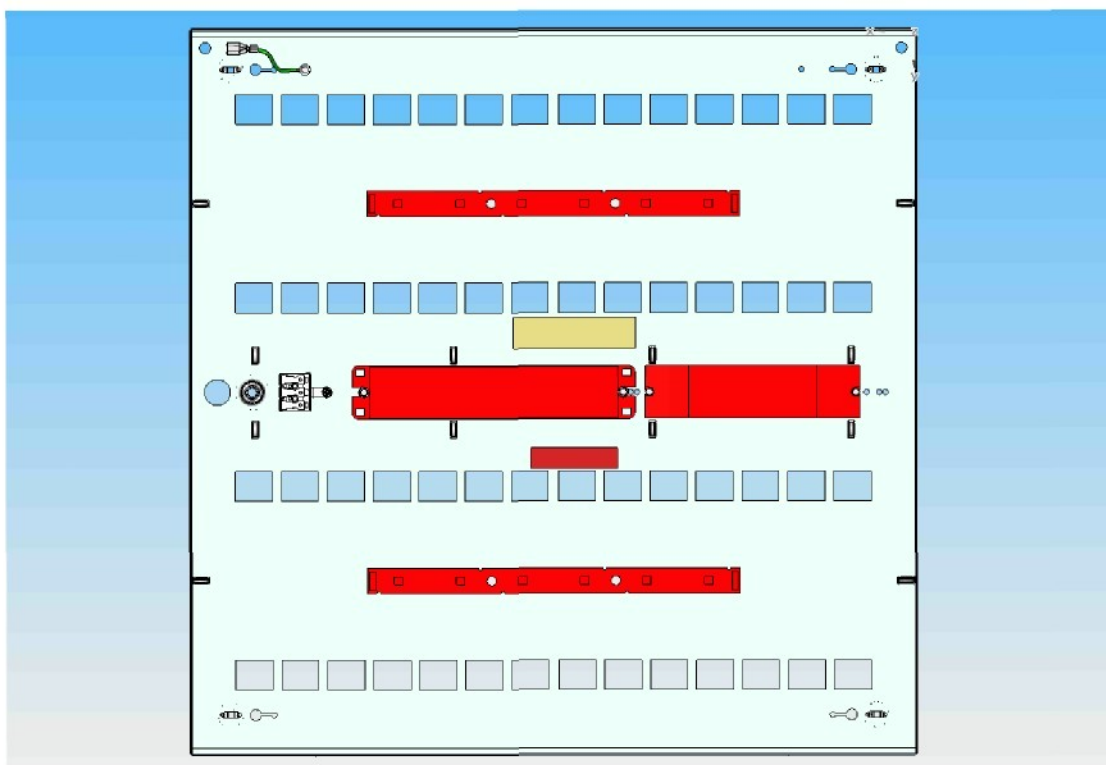
Na základovém osazeném plechu (čtvercový tvar) je umístěna pouze LED technologie, technologie zářivkových trubíc T5 ve svítidle není uvažována. LED technologie v tomto případě je navržena – 2x slot LED diod (LD06A-W3F-727) a řídicí elektroniku OT DALI DIM. Jelikož svítidlo je navrženo pro připojení do běžné elektrické sítě v České republice (napětí 230V), je nutné umístit na základový plech provozní přístroj OPTOTRONIC, pro potřeby LED diod (12-24V). V návrhu (Obr.7.1) je vidět rozmístění LED technologie + provozní přístroj OPTOTRONIC – pro názornost jsou tyto díly značeny červenou barvou. Ostatní barvy odpovídají reálnému zbarvení navržené varianty.

Navržený 3D model sestavy (Obr.7.2) svítidla tvoří osazený základový plech + hliníkový rám (rám zatím bez změny – bude řešeno v dalších kapitolách).

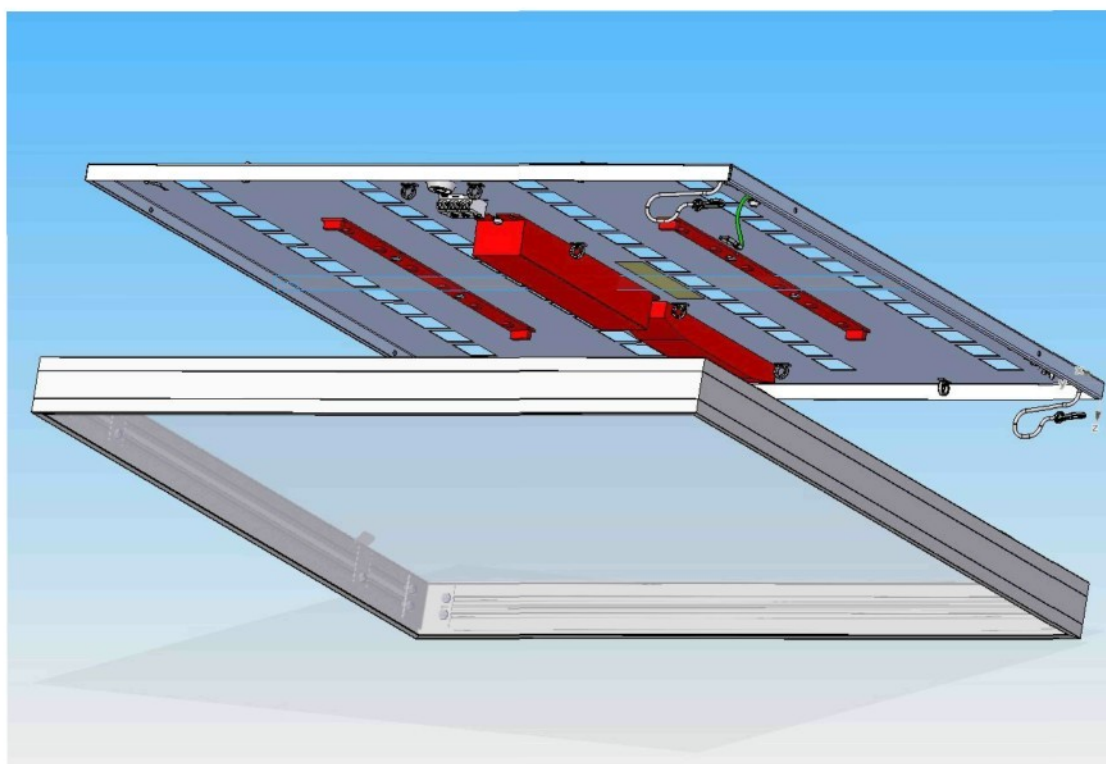
Svítidlo je navrženo jako uzavřené po spojení základového osazeného plechu a rámu. Do svítidla lze umístit, jak barevné LED diody, tak i LED diody bílé (studená bílá, teplá bílá). Jako chlazení LED diod je využito pasivní chlazení hliníku, který je součástí LED slotu a další pasivní chlazení budou tvořit otvory na základovém plechu, které umožňují přístup vzduchu z horní části svítidla. LED diodové sloty budou přínýťovány k základovému plechu a před nýťováním bude spodní část slotu potažena termální pastou, například od firmy COOLERMASTER Supreme R9-GE7-PTK3, která bude sloužit jako vodič tepla mezi LED slotem a základovým plechem a bude usnadňovat přenos tepla do základového plechu, který je lépe ochlazován okolním vzduchem.

Celkový světelný výkon svítidla je  $P = 24W$ . Svítidlo lze digitálně ovládat. Radiový modul není instalován. Jako optický reflektor je zde navrhnut polymerová, světlo propustná deska, která je speciálně určená pro optické systémy LED diod – například PLEXIGLAS truLED od výrobce Röhm GmbH & Co.KG [12].

Svítidlo koncepčně vychází ze stávající varianty svítidla EXA ve variantě KO. Výhodou této varianty návrhu je snadná výroba – jsou využity standardní díly svítidla EXA mimo LED technologie. Základový plech lze vyrábět univerzálně, při minimálním zásahu do programů pro CNC stroje.



Obr.7.1: Rozmístění technologie LED na základovém plechu



Obr.7.2: 3D model - osazený plech + hliníkový rám

## 7.2 Návrh umístění technologie LED diod č.2

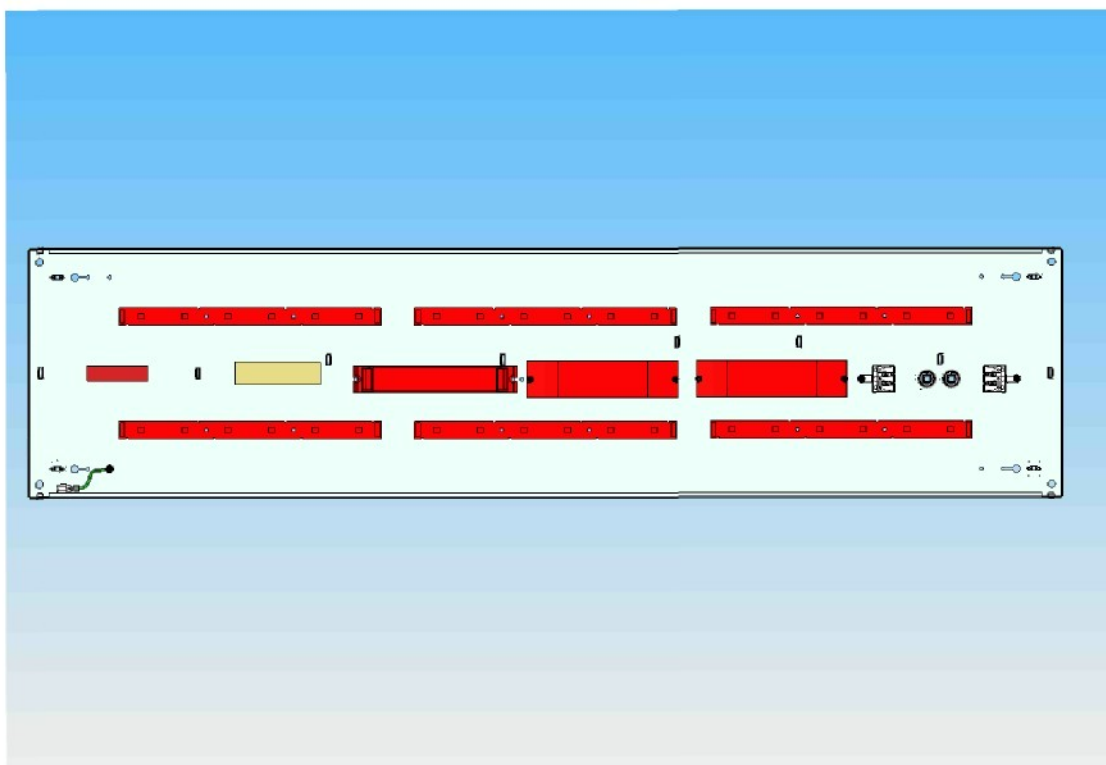
Na základovém osazeném plechu (obdélníkový tvar) je umístěna pouze LED technologie, technologie zářivkových trubíc T5 ve svítidle není uvažována. LED technologie v tomto případě je navržena – 6x slot LED diod (LD06A-W3F-727) a 2x řídící elektronika OT DALI DIM a radiový modul TOUCH DIM RC. Svítidlo je navrženo pro připojení do elektrické sítě 12-24V, dle parametrů LED diod. Svítidlo lze dvouokruhově digitálně řídit. V návrhu (Obr.7.3) je vidět rozmístění LED technologie – pro názornost jsou tyto díly značeny červenou barvou. Ostatní barvy odpovídají reálnému zbarvení navržené varianty.

Navržený 3D model sestavy (Obr.7.4) svítidla tvoří – osazený základový plech + hliníkový rám (rám zatím bez změny – bude řešeno v dalších kapitolách). Ilustrativně je odstraněn boční profil, aby byla vidět hliníková mřížka.

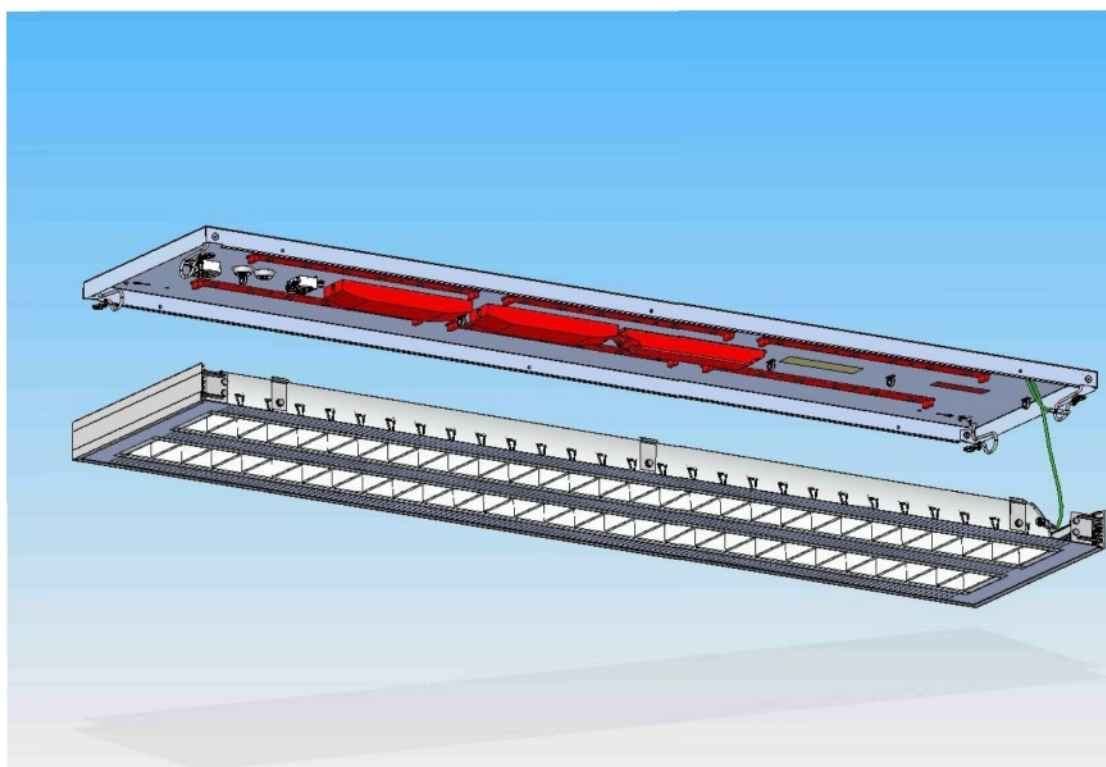
Svítidlo je navrženo jako otevřené po spojení základového osazeného plechu a rámu. Do svítidla lze umístit, jak barevné LED diody, tak i LED diody bílé (studená bílá, teplá bílá). Jako chlazení LED diod je využito pasivní chlazení hliníku, který je součástí LED slotu a dále pasivního chlazení budou tvořit otvory na základovém plechu, které umožňují přístup vzduchu z horní části svítidla. Od mřížek bude svítidlo ochlazováno vzduchem a tím se nebude kumulováno teplo uvnitř svítidla. LED diodové sloty budou přínýtovány k základovému plechu a před nýtováním bude spodní část slotu potažena termální pastou, například od firmy COOLERMASTER Supreme R9-GE7-PTK3, která bude sloužit jako vodič tepla mezi LED slotem a základovým plechem a bude usnadňovat přenos tepla do základového plechu, který je lépe ochlazován okolním vzduchem.

Celkový světelný výkon svítidla bude  $P = 72W$ . Jako optický reflektor je zde navrženo standardní hliníková mřížka z technologie T5.

Svítidlo koncepčně vychází ze stávající varianty svítidla EXA ve variantě ALDP. Hlavní výhodou této varianty návrhu je pasivní chlazení pomocí vzduchu, skrze mřížky.



Obr.7.3: Rozmístění technologie LED na základovém plechu



Obr.7.4: 3D model - osazený plech + hliníkový rám

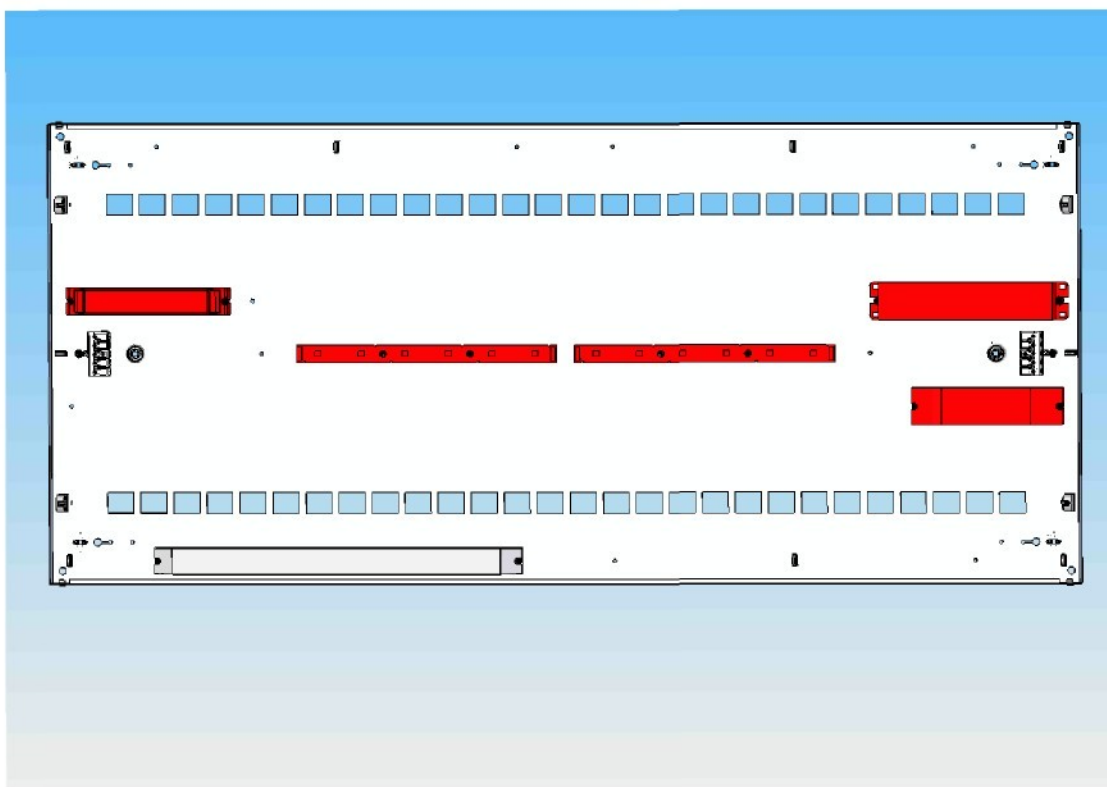
### 7.3 Návrh umístění technologie LED diod č.3

Na základovém osazeném plechu (obdélníkový tvar) je umístěna LED technologie, technologie T5 je uvažována a tak je svítidlo kombinací těchto svítidel. LED technologie v tomto případě je navržena – 6x slot LED diod (LD06A-W3F-727) a 2x řídící elektronika OT DALI DIM a radiový modul TOUCH DIM RC. Jelikož svítidlo je navrženo pro připojení do běžné elektrické sítě v ČR (napětí 230V), je nutné umístit na základový plech prozrný přístroj OPTOTRONIC, pro potřeby LED diod (12-24V). Ve svítidle bude použita i stejná technologie T5, která je použita ve svítidle EXA. V návrhu (Obr.7.5) je vidět rozmístění LED technologie + měnič napětí – pro názornost jsou tyto díly značeny červenou barvou.

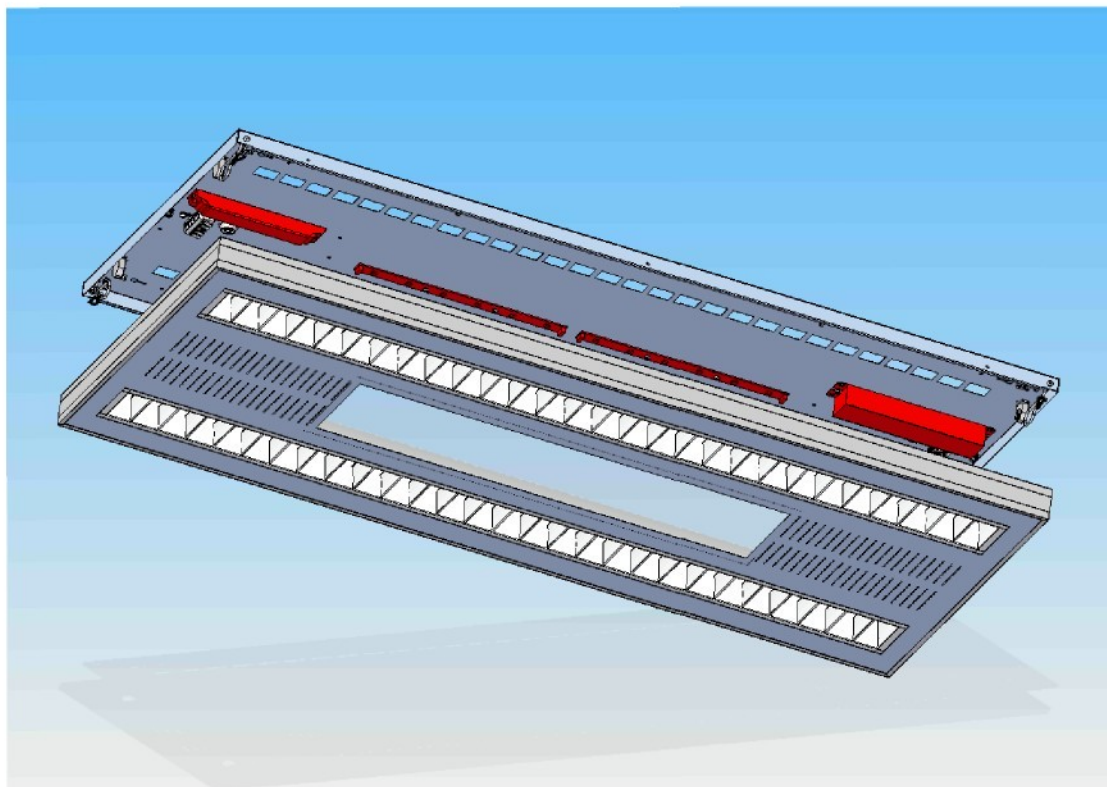
Navržený 3D model sestavy (Obr.7.6) svítidla tvoří – osazený základový plech + hliníkový rám (rám zatím bez změny – bude řešeno v dalších kapitolách). Ilustrativně je odstraněn boční profil, aby byla vidět hliníková mřížka.

Svítidlo je navrženo jako uzavřené po spojení základového osazeného plechu a rámu. Celkově bude svítidlo rozměrově rozšířeno. Do svítidla lze umístit, jak barevné LED diody, tak i LED diody bílé (studená bílá, teplá bílá). Jako chlazení LED diod je využito pasivní chlazení hliníku, který je součástí LED slotu a dále pasivního chlazení budou tvořit otvory na základovém plechu, které umožňují přístup vzduchu z horní části svítidla. Ze spodní části bude ochlazováno skrze hliníkové mřížky vzduchem. LED diodové sloty budou přinýtovány k základovému plechu a před nýtováním bude spodní část slotu potažena termální pastou, například od firmy COOLMASTER Supreme R9-GE7-PTK3, která bude sloužit jako vodič tepla mezi LED slotem a základovým plechem a bude usnadňovat přenos tepla do základového perforovaného plechu, který je lépe ochlazován okolním vzduchem.

Celkový světelný výkon svítidla je 104W. Jako optický reflektor je zde navrhnut standardní hliníková mřížka z technologie T5 pro tuto technologii a pro technologii LED bude použit speciální polymerový optický systém. Výhodou této varianty návrhu je design svítidla a možnost jeho praktického uplatnění a pasivní chlazení LED diod. Z hlediska výroby je nutná nejrozsáhlejší změna ze všech navržených variant.



Obr.7.5: Rozmístění technologie LED na základovém plechu

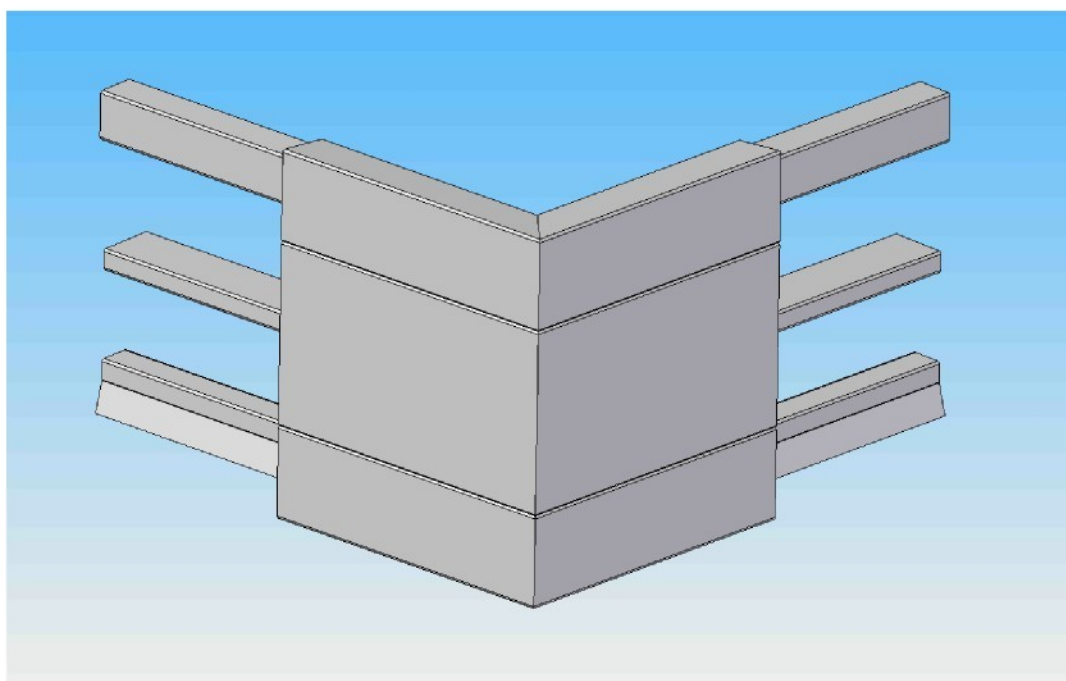


Obr.7.6: 3D model - osazený plech + hliníkový rám

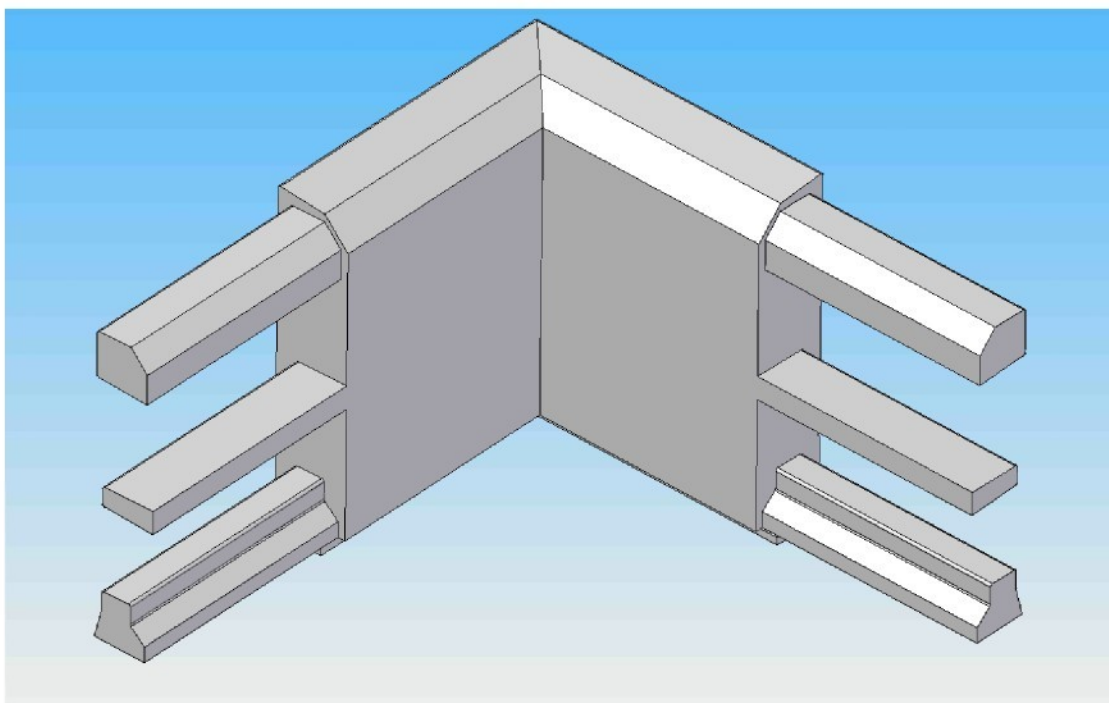
## 7.4 Návrh hliníkové rohu rámu č.1

Navrhnutý hliníkový roh je navrhnut jako hliníkový odlitek. Vnější strana hliníkového rohu odpovídá stejnému designu jako je design hliníkového profilu. Vystupující části hliníkového profilu jsou navrženy pro vsunutí do hliníkového profilu a tím fixují roh ve správné pozici vůči profilu. Pro vhodnou fixaci jsou na každé straně odlitku navrženy vždy 3ks vystupující části. Pro upevnění vsunutých částí do profilu je navržen lepený spoj. Navržené lepidlo je Araldite Plastic Steel od firmy Huntsman Advanced Material BVBA, které bude mít zároveň i vyplňovací funkci bezpečnostní list je v příloze č.6. Výhodou toho lepidla je teplotní odolnost do +120°C.

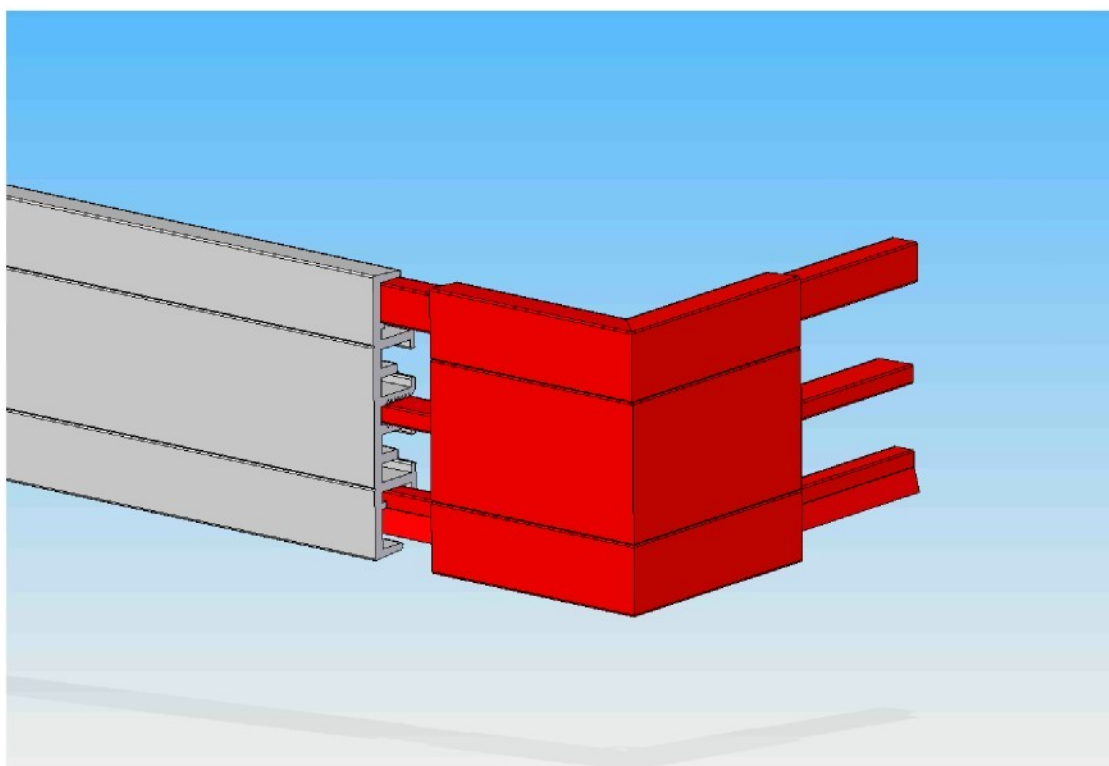
Výhodou tohoto návrhu rohu je maximální dodržení vnější části designu profilu, snadnější montáž celého rámu, tak i pasivní bezpečnost rámu (spoj je nerozebíratelný). Řešení odstraňuje problém s řezáním profilů pod úhlem 45°. Nevýhodou je nutnost technologické přestávky lepení, tak i potažmo nutnost výroby a použití přípravků fixující potřebný tvar rámu po danou dobu při lepení (dle parametrů lepidla). Na 3D modelech (Obr.7.7, 7.8, 7.9) je vidět externí design hliníkového rohu, vnitřní design hliníkového rohu a zasunutí rohu částečně do profilu – pro názornost jsou obě části barevně odlišeny.



Obr.7.7: Pohled na externí design hliníkového rohu



Obr.7.8: Pohled na vnitřní design hliníkového rohu

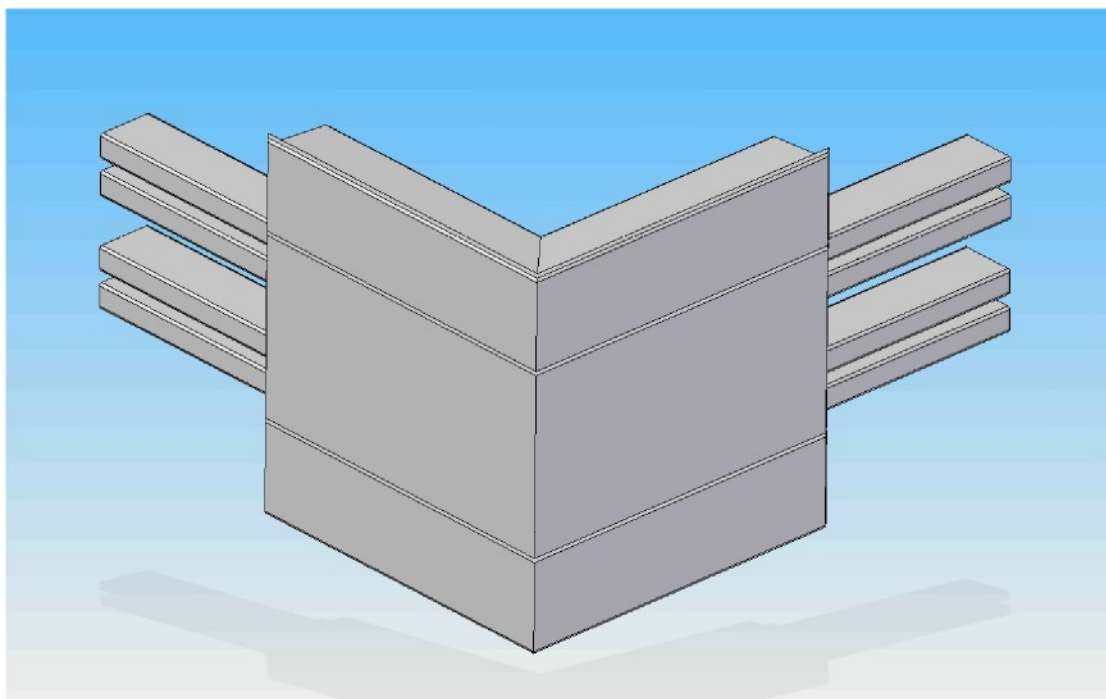


Obr.7.9: Pohled na částečně zasunutý profil do rohu

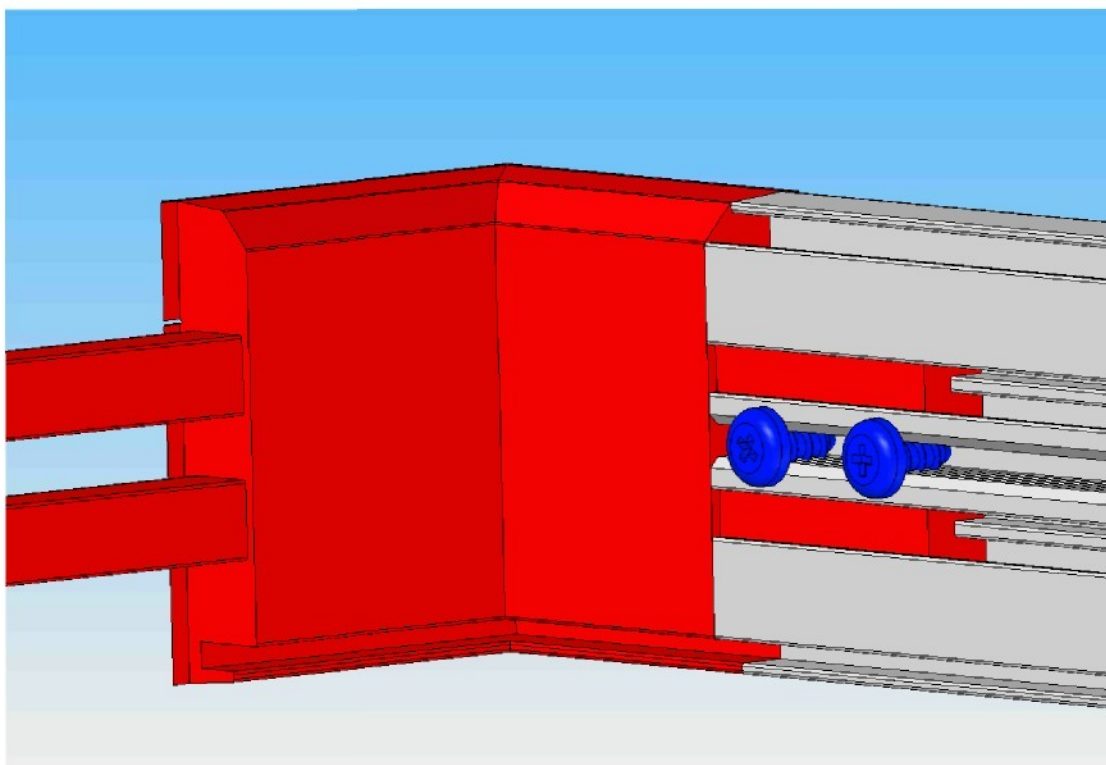
## 7.5 Návrh hliníkové rohu rámu č.2

Navrhnutý hliníkový roh je navrhnut jako hliníkový odlitek. Vnější strana hliníkového rohu připomíná design hliníkového profilu. Vystupující části hliníkového profilu jsou navrženy pro vsunutí do hliníkového profilu a tím fixují roh do správné pozice vůči profilu. Pro vhodnou fixaci jsou na každé straně odlitku navrženy vždy 2ks vystupujících částí. Pro upevnění vsunutých částí do profilu jsou navrženy samořezné šrouby, které při zašroubování do profilu deformují okolní části profilu a třením neumožní vsunutým částem hliníkového rohu pohybu.

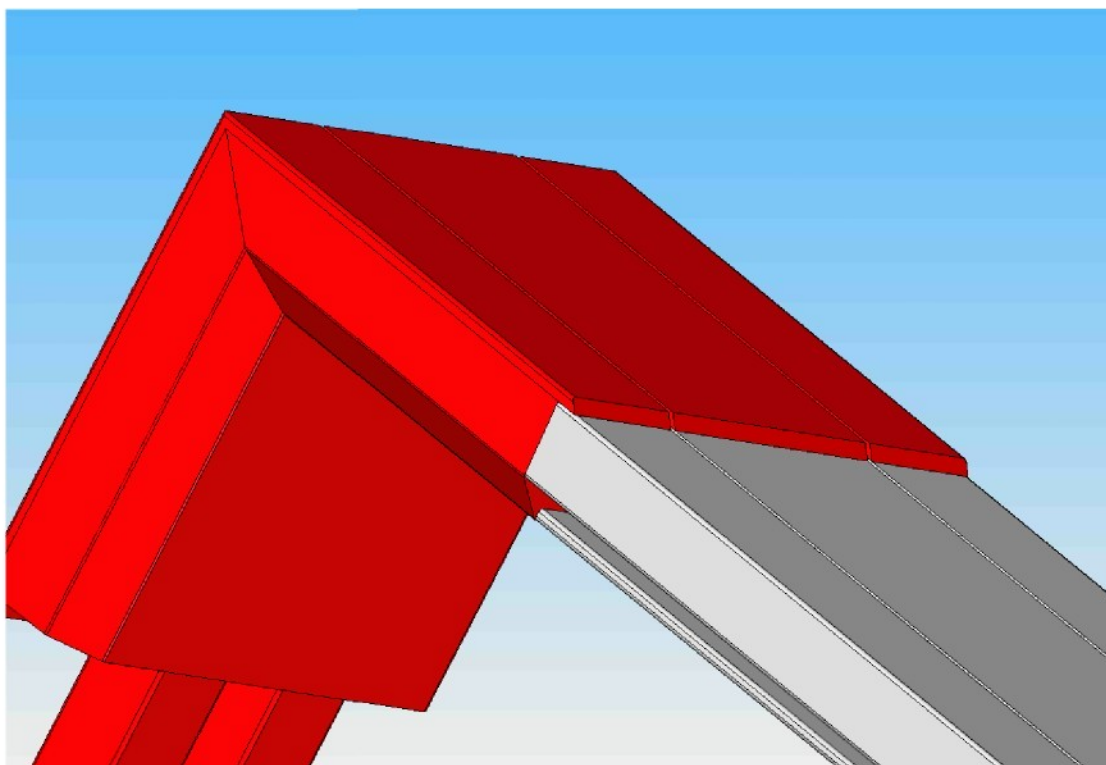
Výhodou tohoto návrhu hliníkové rohu je odstranění rovného nekvalitního řezu profilu nebo pod úhlem 45°. Nevýhodou je celková deformace profilu i rohu po zafixování šrouby (nelze již znovu použít). Za nevýhodu lze považovat i externí změnu designu s přechodem, ovšem při využití tohoto rohu v celé designové řadě EXA, by již rozdíl nebyl znát. Na tuto změnu mohou negativně reagovat zákazníci, neboť rám již netvoří tzv. čistou linii. Na 3D modelech (Obr.7.10, 7.11, 7.12) je vidět externí design hliníkového rohu, spojený roh s profilem, včetně samořezných šroubů a hliníkový roh, který je upevněn do profilu s přechodem.



Obr.7.10: Pohled na externí design hliníkového rohu



Obr.7.11: Pohled na spojený roh s profilem + samořezné šrouby

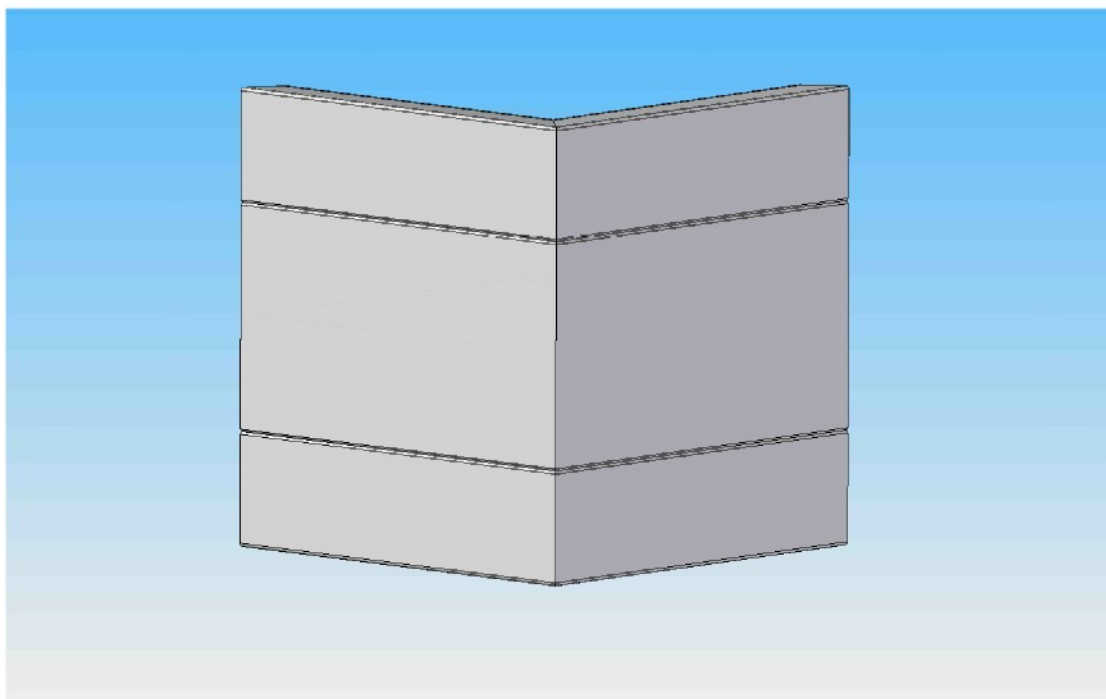


Obr.7.12: Pohled na zasunutý profil do rohu – vnější desén

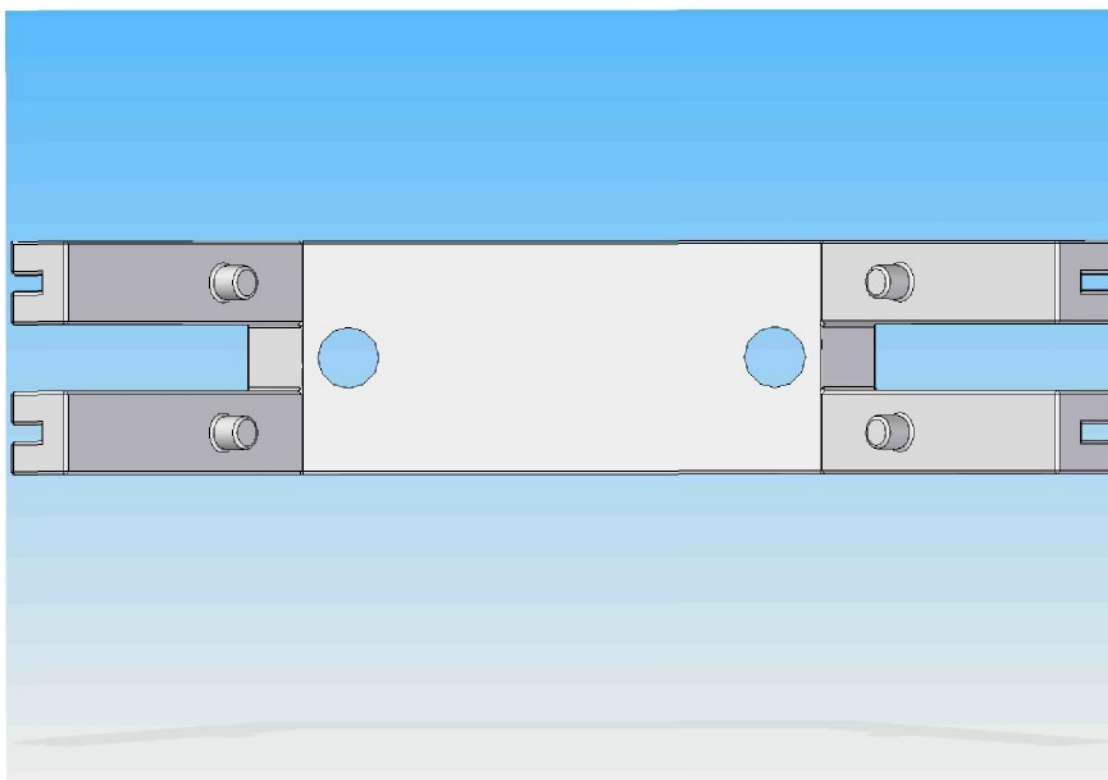
## 7.6 Návrh hliníkové rohu rámu č.3

Navrhnutý hliníkový rohu je složen z několika částí. Hlavní roznášecí profil je tvořen ze spojovacího hliníkového odlitku (Obr.7.14) - přenáší zatížení a zároveň fixuje správnou polohu mezi rohem a profily a dále je navrhnut pro připojení ostatních dílů, polymerové vnější krytky a protikusu. Polymerová krytka (Obr.7.13) je navržena tak, aby externím vzhledem odpovídala designu hliníkového profilu. Povrch je nutné dále upravovat, aby připomínal eloxovaný hliník. Krytku lze snadno upevnit do spojovacího odlitku ve dvou bodech (Obr.7.15). Protikus je navržen z nízkouhlíkové oceli o síle  $s = 1 \text{ mm}$ , v kterém jsou vyříznuty pomocí laseru otvory, které odpovídají výstupkům z hliníkové spojovací části. Pro spojení mezi protikusem a profilem je navrhnut nýtový spoj. Takto připevněný protikus k profilu dostatečně zafixuje roh, aby se nemohl posunout. Pro názornost je uveden (Obr.7.15), na které je vše dostatečně přehledné, jednotlivé části jsou barevně rozlišeny.

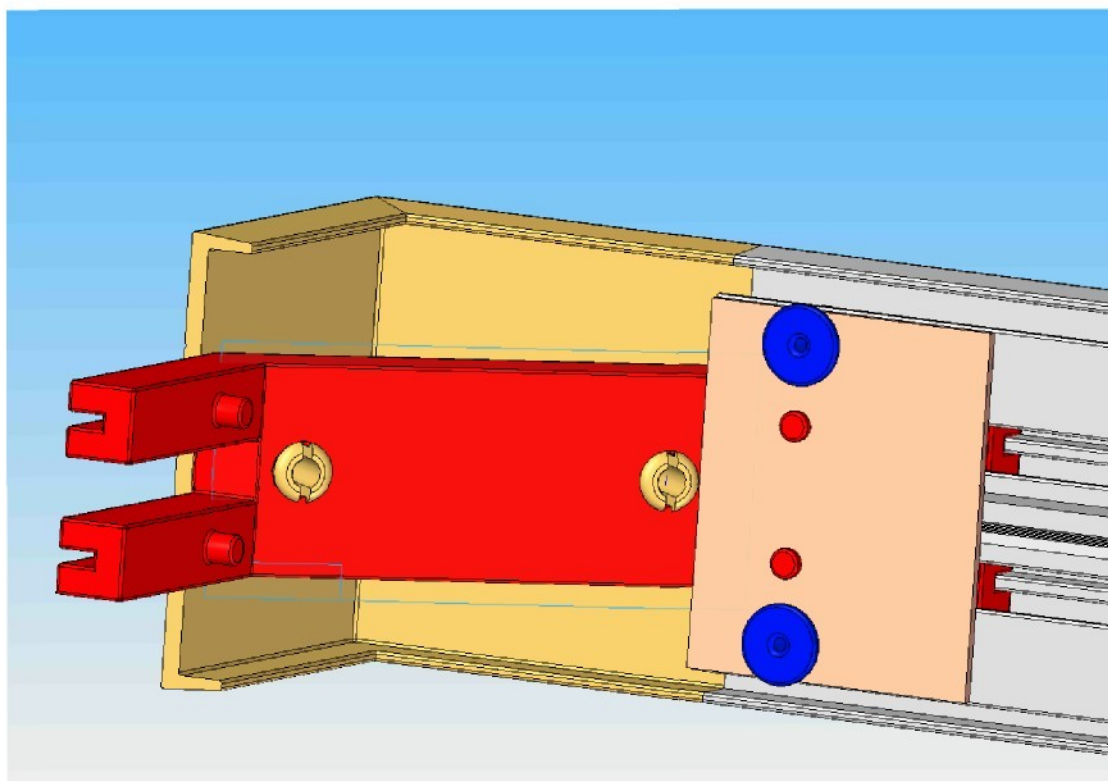
Výhodou tohoto navrženého řešení je snadnější výroba polymerové krytky. Nevýhody tohoto návrhu řešení spočívají v nutnosti obrábět profil pro otvory, roh z více dílů a následná kompletace a v neposlední řadě polymerová kryta rohu.



Obr.7.13: Pohled na vnější část polymerové krytky



Obr.7.14: Pohled na hliníkový spojovací prvek



Obr.7.15: Pohled na spojenou spojku s profilem a osazená krytka

## 7.7 Výběr inovačního řešení svítidla LEDEXA

Výběr konečného konceptu inovačního výrobku je proces, při kterém se zabýváme zhodnocením vygenerovaných dílčích konceptů, porovnáním jednotlivých konceptů a výběrem jednoho řešení. Pro výběr nejvhodnějšího konceptu je mnoho metod, zde jsou uvedeny jen některé z nich [2]:

- volba nejvyšším počtem hlasů členů inovačního týmu
- analýza slabých a silných stránek konceptů
- testování prototypů
- intuitivní výběr konceptu
- externí posouzení konceptů
- výběr osobní preferencí konceptu
- rozhodovací matice konceptů

Pro výběr konceptu řešení svítidla LEDEXA byla zvolena metoda rozhodovací tabulky konceptů - viz. příloha č.7 – rozhodovací tabulky pro detailní hodnocení konceptů. Dále byla zvolena metoda intuitivního výběru konceptu a externí posouzení konceptů. Externí posouzení proběhlo ve spolupráci s osobním pohovorem s vedoucím diplomové práce a konzultantem diplomové práce.

### **Výsledný koncept inovovaného svítidla LEDEXA byl vybrán:**

- návrh umístění technologie LED diod č.3 – viz. kapitola 7.3
- návrh hliníkového rohu rámu č.1 – viz. kapitola 7.4

Vybraný koncept bude dále detailněji rozpracován a bude vyhotoven prototyp svítidla LEDEXA. Pro detailnější rozpracování a optimalizaci řešení vybraného konceptu byly zvoleny metody DFX, FMEA a analýza deformací pomocí softwaru ANSYS WORKBENCH 10.0. Pro vytvoření prototypu je nutné nejprve zpracovat výrobní dokumentaci.

## 8 OPTIMALIZACE ŘEŠENÍ Z HLEDISKA DFX, FMEA

Vybrané návrhy byly podrobeny analýzám, aby došlo k optimalizaci řešení. Pro oblast detailního konstruování jsou zajímavé metody DFX a pro oblast přezkoumávání konstrukčního návrhu analýza FMEA. Z metodiky DFX byly vybrány metody DFM – Design for Manufacturing, DFM – Design for Maintenance a DFTF – Design for Trouble Free. Metodu DFA – Design for Assembly v této diplomové práci nebude použita. Další neméně důležitou analýzou je FMEA – Failure Mode and Effect Analysis.

### 8.1 DFM – Design for Manufacturing

Metoda Design for Manufacturing znamená v překladu – Konstruování z hlediska výroby. Dodržováním principů metody, lze dosáhnout nízkých výrobních nákladů. Mezi principy, které byly zohledněny při inovačním řešení svítidla [2]:

- jednoduchost – méně komplikované, nepřehledné a nejasné tvary
- standardní materiály a komponenty – bylo využito, co nejvíce možných standardních polotovarů a komponentů, které se ve firmě MODUS standardně používají
- standardizovaný návrh konstrukce výrobku – výrobek patří do typové řady svítidel EXA
- volné tolerování – čím vyšší přesnost rozměrů dílů bude předepsána na výkresu, tím bude vyšší cena ve výrobě – tam, kde to bylo možné, jsou ve výrobní dokumentaci použity netolerované rozměry

To byly základní principy metody, které musely být splněny. Další detailnější pravidla, která byla zavedena, jsou uvedena zde:

- minimalizace obecných poznámek ve výrobní dokumentaci
- využití kótování od konkrétních hran a základů
- sražené rohy a rádiusy u základového plechu byly vyrobeny pomocí technologie (laser) než obráběním

- použití práškové technologie nanášení barvy
- a další...

## 8.2 DFM – Design for Maintenance

Metoda Design for Maintenance znamená v překladu – Konstruování s ohledem na snadnou údržbu. Efekt snadné udržitelnosti se určitě týká většiny průmyslových výrobků. Pracovník zodpovídající za údržbu a servis výrobků by proto měl být zahrnutý do inovačního týmu, kterému zprostředkuje požadavky na výrobek z hlediska jeho udržitelnosti. Základní pravidla přístupu označovaného jako Design for Maintenance jsou orientovaná právě na tuto často opomíjenou charakteristiku výrobku [2].

Návrh inovovaného svítidla zohledňuje:

- snadnou údržbu povrchu svítidla
- údržbu svítidla, kde je zapotřebí minimálního počtu náradí
- vizuální kontrolu, již svoji podstatou je navrženo (svítí, nesvítí) a další...
- jednoduchost výměny zdrojů světla
- standardizaci součástí – standardní spojovací materiál
- počet míst údržby

## 8.3 DFTF – Design for Trouble Free

Zkratka metody DFTF znamená v překladu – Konstruování s ohledem na spolehlivost. Konstruování výrobku musí být daleko ve větší míře orientován k vyšší spolehlivosti inovovaného výrobku. Použitím principů Computer Aided Engineering – CAE analýzy a využitím simulačních nástrojů můžeme nový výrobek testovat daleko levněji než v případě testování fyzických prototypů. Nástroje jako pevnostní analýza, analýza proudění, teplotní analýza, integrovaná predikce spolehlivosti apod. se stále více používají v běžném inovačním procesu, protože jsou uživatelsky jednodušší a levnější. Provedený spolehlivostní experiment ovlivňuje následně parametry výrobku i procesu v době, kdy je to levnější [2].

Rám s inovovanými rohy a základový plech byly podrobeny deformační analýze pomocí programu ANSYS WORKBENCH 10.0 v době návrhu 3D modelu.

Dle principu metodiky musí být zohledněno teplotní zatížení. LED diodová technologie vytváří teplotní zatížení, které zatíží celé svítidlo. Již při návrhu bylo toto zohledněno pasivním chlazením LED diod, možnost cirkulace vzduchu ve svítidle a také pasivní chlazení na základovém plechu (perforace). Teplotní zatížení musí být LED diodové technologie zohledněno s velkou důležitostí, neboť s narůstající teplotou klesá, jak životnost elektronických součástí svítidla, tak v krajním případě může způsobit požár.

## 8.4 FMEA – Failure Mode and Effect Analysis

FMEA – Failure Mode and Effect Analysis, lze přeložit jako analýza možných vad a jejich důsledků. FMEA je analytickou metodou používanou inovačním týmem k tomu, aby byly dostatečně zváženy a řešeny možné způsoby vad výrobku (a s nimi související příčiny resp. mechanismy jejich vzniku). V nejpřísnější formě je FMEA souhrnem představ týmu (včetně analýza položek, které by mohly podle zkušenosti selhat) při návrhu dílu, podsestavy, sestavy nebo systému [2].

Tento systematický přístup opakuje, formalizuje a dokumentuje myšlenkové postupy, kterými technik normálně prochází v jakémkoliv procesu navrhování. D-FMEA tak podporuje a zefektivňuje inovační proces tým, že [2,13]:

- zajišťuje objektivní vyhodnocení návrhu včetně funkčních požadavků
- vyhodnocuje prvotní návrh z hlediska požadavků výroby, montáže, servisu a recyklování
- zvyšuje pravděpodobnost, že budou možné poruchy a jejich důsledky na systém a provoz výrobku uvaženy již v procesu návrhu nebo vývoje
- poskytuje doplňující informace pro podporu plánování inovačních projektů
- vede k vypracování databáze možných závad i poruch
- poskytuje soubor otevřených témat k doporučení a sledování
- poskytuje informace pro budoucí inovace i náročnější výrobky

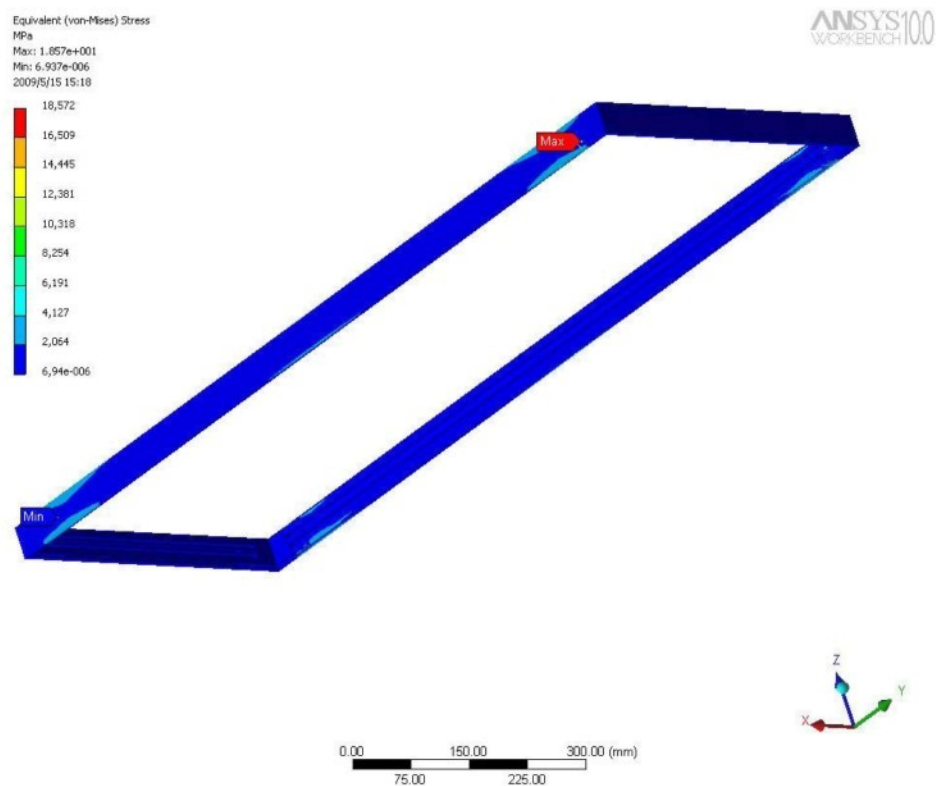
Samotná analýza inovovaného svítidla FMEA je umístěna v příloze č.8. Analýza FMEA je prvotní v této diplomové práci. Při výrobě prototypu a následné ověřovací sérii budou zpracovány navazující analýzy a budou ověřeny dříve navrhnutá opatření a navrhnutá nová opatření – tato část analýzy již není řešena v diplomové práci.

## **9 ANALÝZA DEFORMACÍ – ANSYS WORKBENCH 10.0**

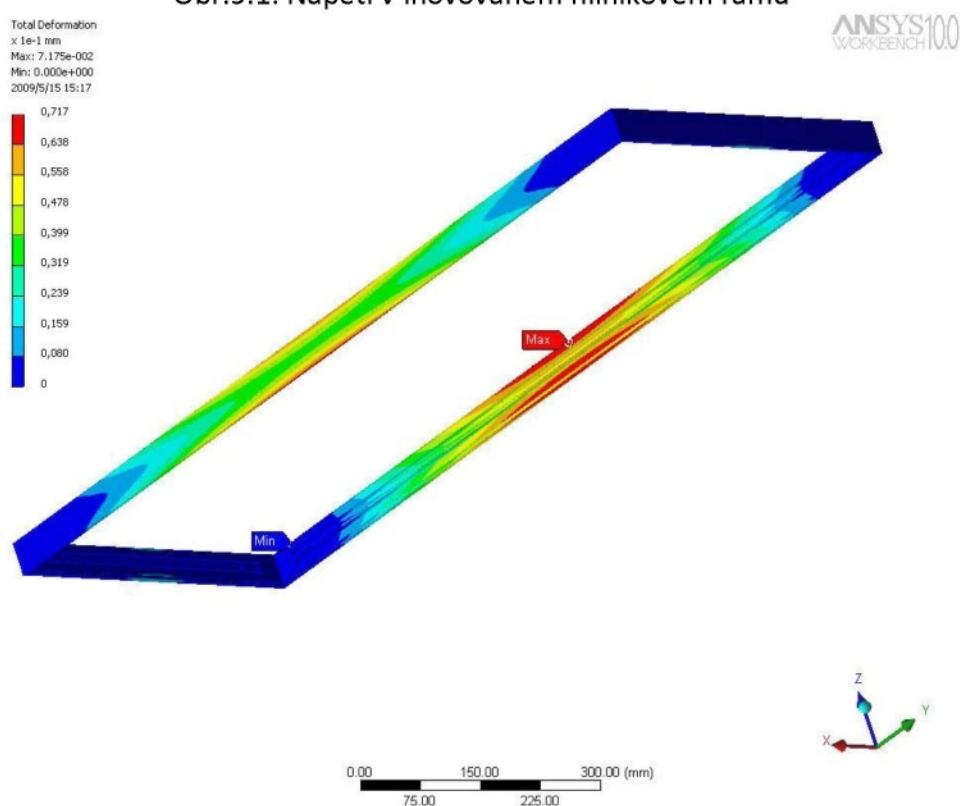
Inovovaný osazený základový plech s technologií LED diod a hliníkový rám včetně inovovaného rohu je podpořen pevností kontrolou v softwaru ANSYS WORKBENCH 10.0. Hlavní vstupní podmínky pro výpočet namáhání:

- rohové hliníkové spojky jsou pevně spojeny s profily – lepený spoj
- rám je zatížen vlastní vahou + přitížení 5kg na profil
- osazený základový plech je zatížen vlastní vahou + komponenty
- osazený základový plech je přitížen po každé straně 5 kg
- teplotní zatížení plechu a rámu je uvažováno 50°C

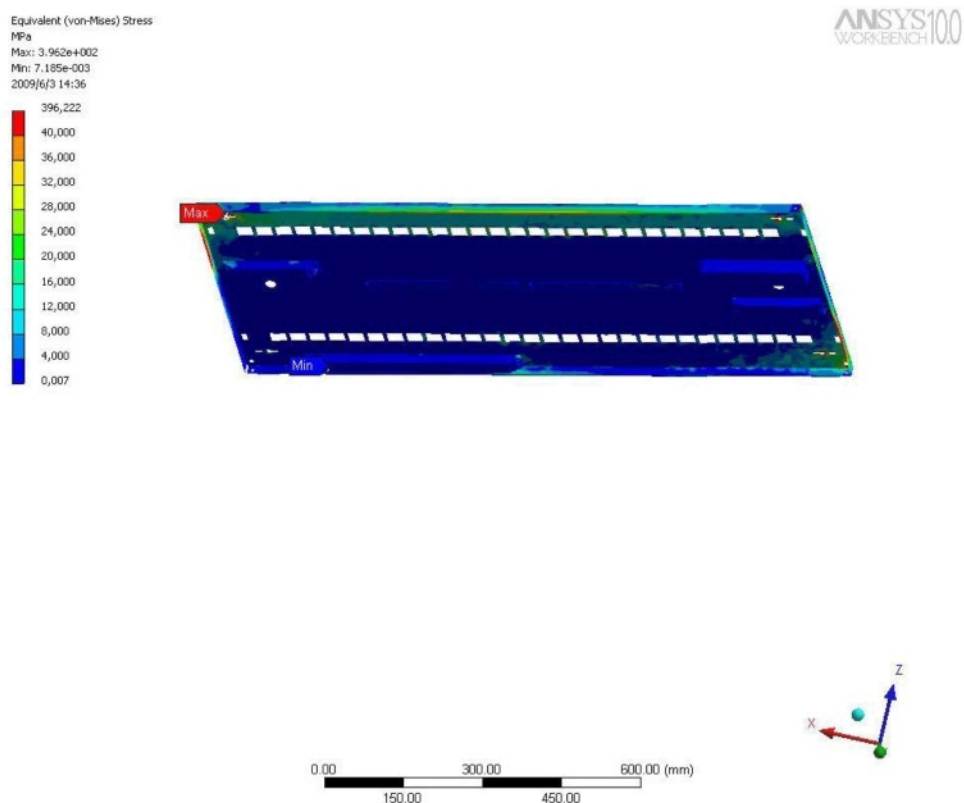
Vzniklé napětí v rámu je zanedbatelné při porovnání výsledných hodnot s materiálovou charakteristikou hliníku. Maximální napětí vzniká (Obr.9.1) za hliníkovými rohy v rámu. Napětí v rámu vyvolává deformace (Obr.9.2), které jsou zřetelné v podélném směru u podélných hliníkových profilů. Vzniklé napětí v základovém plechu (Obr.9.3) není již tak zanedbatelné jako u hliníkového rámu a koncentruje se převážně v podélném lemu základového plechu na jedné straně. Na druhé straně plechu v lemu je minimální napětí. Lze se domnívat, že přinýtovaný elektronický předřadník danou oblast zpevňuje a minimalizuje tak napětí v dané oblasti oproti druhému lemu, kde je maximální napětí. Vzhledem k lokalizaci maximálního napětí nalezneme výraznější deformaci (Obr.9.4) u lemu základového plechu. Výsledky analýzy jsou spíše teoretické, protože se musí zohlednit i přitížení, které bylo extrémně navýšeno (bezpečnostní důvod) a další aspekty, které příznivě ovlivňují vypočtené hodnoty pro finální hodnocení. Obdobné plechy se standardně používají do svítidel, při obdobném zatížení, proto považuji navržené řešení za vyhovující a bude přistoupeno ke zpracování výkresové dokumentace.



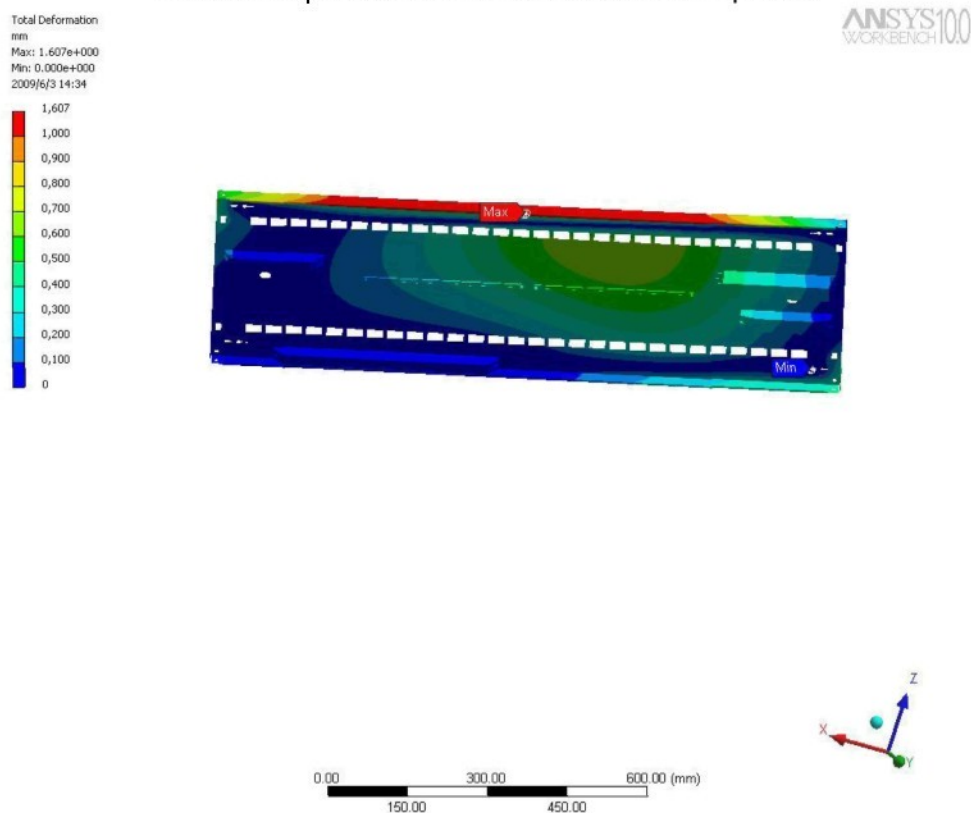
Obr.9.1: Napětí v inovovaném hliníkovém rámu



Obr.9.2: Deformace v inovovaném hliníkovém rámu



Obr.9.3: Napětí na inovovaném základovém plechu



Obr.9.4: Deformace na inovovaném základovém plechu

Výsledné hodnoty:

*Deformace rámu:*

Max:  $7,175 \cdot 10^{-2}$  mm

Min: 0 mm

*Deformace zákl. plechu:*

Max: 1,607 mm

Min: 0 mm

*Napětí v rámu:*

Max:  $1,857 \cdot 10^1$  MPa

Min:  $6,937 \cdot 10^{-6}$  MPa

*Napětí v zákl. plechu:*

Max:  $3,962 \cdot 10^2$  MPa

Min:  $7,185 \cdot 10^{-3}$  MPa

## 10 VÝROBNÍ DOKUMENTACE

Výkresová dokumentace ve 2D/3D byla vyhotovena pomocí softwaru Solid Edge V19 od firmy UDG. Tento software byl zvolen z důvodu dostupnosti ve firmě MODUS a zkušenosti s ovládáním daného softwaru a standardním využíváním tohoto softwaru při vývoji nových svítidel. Jednou z jeho předností je propracovaný modul pro tvorbu plechových dílů, či intuitivní ovládání a mnohé další.

Větší část 3D modelů byly v této práci vyly vyhotoveny za pomoci tohoto softwaru. Z variant 3D modelů inovovaných návrhů byly vybrány k rozpracování, ty které uspěly ve výběru z rozhodovacích tabulek. Finální varianta inovovaného svítidla ve 3D byla dále převedena do 2D a byly vypracovány jednotlivé výkresy. Jednotlivé výkresy tvoří výkresovou dokumentaci. Výkresová dokumentace je umístěna v příloze č.9. Rozkreslení jednotlivých dílů či sestav vychází ze standardu pro technické kreslení ve firmě MODUS. Toto rozhodnutí vychází z místních zvyklostí, standardů firmy, možnostech strojního vybavení firmy MODUS a následné začlenění výrobní dokumentace do archívu a její zpracování v celém PLM svítidla. Pro budoucí využití dokumentace v oblasti inovací či drobných změn na sestavách nebo jednotlivých dílech je dokumentace prvotně zpracovávána a udržována v digitální podobě a to ve formátu .par a .asm a do výroby je distribuována varianta na papírovém nosiči v příslušném formátu. Digitální převodní formát do dalších programů byl zvolen .step.

Z důvodu firemního tajemství jsou ve výkresové dokumentaci vymazány detaily, řezy, poznámky a většina kót. Pro orientační přehled jsou ve výkresu pouze

základní kóty. Tyto podmínky byly stanoveny firmou MODUS při zadání diplomové práce. Výkresová dokumentace obsahuje výkresy zaměřené na základový plech a roh.

## 11 VÝROBA PROTOTYPU

Po vyhotovení výrobní dokumentace bylo přistoupeno k vyrobení prototypu. První fází bylo zajištění nakupovaných jednotlivých dílů a materiálu vstupující do svítidla. Objednání dílů elektroniky LED technologie, či elektroniky T5 bylo provedeno dle naplánovaného harmonogramu. V druhé fázi výroby prototypu bylo nutné vyrobit jednotlivé díly. Hliníkové profily byly řezány na přesný rozměr pomocí kotoučové pily METABO – KGS 305. Základový plech byl nejdříve vyříznut pomocí Laseru SYNCRONO a následně ohraňen pomocí ohraňovacího automatu SALVAGNINI. Ohraňený základový plech byl lakován pomocí práškové lakovací linky IDEAL-LINE. Polymerová deska o síle s vstupující do svítidla byla střižena pomocí tabulových nůžek NTC 2500-4. Ostatní standardní spojovací materiál byl běžně dostupný ve firmě MODUS. Vzorek inovovaného rohu byl vyroben pomocí Rapid prototypingu v kooperaci s Katedrou výrobních systémů – Technická univerzita v Liberci.

Rozhodnutí vyrobení inovovaného rohu pomocí technologie Rapid prototyping bylo založeno na základě rychlosti dodání vzorků a také pořizovací ceny. Rozměrová přesnost takového dílu je pro potřeby prototypu dostačující. Ve třetí a poslední fázi byla provedena montáž celého prototypu za použití běžně dostupného ručního nářadí – nýťovací pistole, křížový šroubovák a další. Během vyhotovení prototypu byly sledovány potenciální problémy s výrobou jednotlivých dílů.

Jelikož hliníkový odlitek rohu bude vyráběn v kooperaci (výroba odlitků je mimo možnosti firmy MODUS), je nutné považovat navržený 3D model a i převedený výrobní výkres ve 2D za ideální představu tvaru rohu. V návrhu jsou zohledněny základní úkosy a radiusy, jen pro potřeby firmy MODUS, nikoliv výrobce hliníkového rohu! Vzhledem k různorodosti technologických možností jednotlivých výrobců, je běžná praxe, že po předání výkresů a vize požadovaného výrobku, dochází k následné úpravě odlitku – toto si již řeší výrobce odlitku a změny jsou odsouhlaseny pomocí koordinovaného úsilí obou stran.

## 12 ZÁVĚR

Tato diplomová práce se zabývá inovací designového svítidla EXA nabízenou firmou MODUS s technologií LED diod. Průzkumem stávající konstrukčního řešení došlo k seznámení s konceptem svítidla. Bylo objeveno kriticky slabé místo (spoj hliníkových profilů v rámu). Hliníkový roh byl zahrnut do inovace svítidla.

Po prozkoumání stávajícího řešení svítidla EXA byl proveden průzkum zákaznických potřeb, při kterém bylo využito dotazníku (viz. příloha č.4). Bylo dotazováno celkem 96 osob s 89,58% úspěšností pohovoru (86ks vyplněných formulářů), kteří představovali potenciální zákazníky. Zákaznické potřeby byly rozčleněny pomocí afinních diagramů a výsledné zákaznické potřeby byly zohledněny do inovačních návrhů.

Po stanoveních zákaznických potřeb byl proveden průzkum obdobných konkurenčních řešení v České republice pomocí internetu. Bylo prozkoumáno 8 firem s celkovými 15 kusy výrobků, jako vzorové příklady jsou v této práci uvedeny stručné charakteristiky 3 příkladů svítidel od firem ELKOVO Čepelík, INGE Opava a MODUS.

Následně byly vygenerovány 3 návrhy rozmístění LED technologie v inovovaném svítidle a 3 návrhy řešení hliníkového rohu rámu. Varianty byly graficky vymodelovány a krátce popsány. Vygenerované návrhy zohledňují požadavky zákaznických potřeb a také vyvarování chyb známých řešení z průzkumu.

Výběr z navržených řešení byl proveden pomocí rozhodovacích tabulek pro detailní hodnocení konceptů (viz. příloha č.7) a intuitivní výběr a externí posouzení.

**Byl vybrán návrh umístění technologie LED diod č.3 – viz. kapitola 7.3 a návrh hliníkového rohu rámu č.1 – viz. kapitola 7.4.**

Vybrané návrhy byly podrobeny analýzám, aby došlo k optimalizaci řešení. Zejména se jednalo o metody DFX, FMEA. Po optimalizaci byla vyhotovena výrobní dokumentace a bylo přistoupeno k vyrobení prototypu svítidla LEDEXA. Prototyp svítidla byl vyroben ve firmě MODUS. Hliníkový roh byl v rámci prototypu vyroben pomocí technologie Rapid prototyping. Vyrobený roh poslouží jako vizuální pomůcka a bude spolu s výkresem podkladem pro poptání u výrobců hliníkových odlitků.

Celá inovace svítidla od vize k vyhotovení funkčního prototypu byla naplánována pomocí projektového řízení. Projekt inovovaného svítidla byl pojmenován LEDEXA. Vize projektu vznikla 01.01.2008 a ukončení projektu bylo naplánováno na 05.06.2009. V projektovém řízení byly zejména využity metody S.M.A.R.T.i. a logického rámce a byl zohledněn standard IPMA v České republice. Pro stanovení časové náročnosti jednotlivých úkolů v projektu bylo využito metody PERT. Pro analýzu rizik bylo využito v dílčích částech projektu metody RIPRAN, která nebyla provedena v písemné podobě. Pro naplánování projektu byl využit softwaru Microsoft Project 2007 – zejména Ganttův diagram a diagram WBS.

Náklady projektu byly v úvodu stanoveny maximálně na 30 000 Kč a skutečné náklady na materiál jsou 16 158 Kč. Mzdové náklady v rámci projektu jsou 0 Kč. Dodržení jednotlivých naplánovaných termínů splněných úkolů bylo dosaženo motivací jednotlivých členů projektového týmu, tak i detailním naplánováním dílčích úkolů na projektu s pravidelnou kontrolou. Termín vyhotovení prototypu a tak i konec projektu byl dodržen s přihlédnutím ke vstupním podmínkám projektu, lze zhodnotit projekt jako úspěšný.

**Vlastním přínosem práce je nové svítidlo LEDEXA, které bude zařazeno do stávající prodejní řady EXA a dále inovovaný hliníkový roh, který bude použit do celé řady svítidel EXA. Náklady na vyrobení inovovaného rohu (přesné náklady budou známy až po cenových nabídkách) budou kompenzovány úsporou na prořezu profilů a na úspoře času při montáži, reklamaci svítidel. Lze se domnívat, že inovované svítidlo LEDEXA z atraktivní celou řadu svítidel EXA a tím zvýší prodejnost celé řady designových svítidel. Získané zkušenosti při inovaci svítidla budou dále využity při dalším vývoji svítidel ve firmě MODUS spol. s r.o. Cíle stanové v úvodu této práce považuji za splněné.**

V průběhu tvorby této diplomové práce byly identifikovány zajímavé aspekty, které bohužel v rozsahu této nemohly být řešeny, a proto doporučuji tyto aspekty v dalších diplomových pracích řešit. Jedná se zejména:

- vytvoření speciálního optického systému (hliníkové mřížky) pro LED diody
- podrobit svítidlo dalším analýzám – např. pro proudění vzduchu ve svítidle



## Použitá literatura

- [ 1 ] webová stránka: <http://www.modus.cz>
- [ 2 ] MAŠÍN, I., ŠEVČÍK, L.: Metody inovačního inženýrství, Liberec 2006  
ISBN 80-903533-0-4
- [ 3 ] webová stránka <http://www.osram.com>
- [ 4 ] Dokumentace a materiály firmy Modus spol. s r.o.
- [ 5 ] webová stránka <http://www.sapa.cz>
- [ 6 ] webová stránka <http://www.ipma.cz>
- [ 7 ] ROSENAU, M.,D.: Řízení projektů, Brno 2007  
ISBN 978-80-251-1506-0
- [ 8 ] webová stránka <http://www.elkovo-cepelik.cz>
- [ 9 ] webová stránka <http://www.inge.cz>
- [ 10 ] HABEL, J.: Světelná technika a osvětlování, Praha 1995 ISBN 80-901985-0-3
- [ 11 ] Katalog firmy Osram
- [ 12 ] webová stránka <http://www.plexiglas.net>
- [ 13 ] PLURA, J.: Plánování a neustálé zlepšování jakosti, Brno 2007



## Seznam příloh

**Příloha č.1:** Metoda S.M.A.R.T.i.

**Příloha č.2:** Logický rámec projektu LEDEXA

**Příloha č.3:** Projekt LEDEXA – Ganttův diagram, WBS

**Příloha č.4:** Dotazník zákaznických potřeb

**Příloha č.5:** Katalogové listy LED techniky od firmy OSRAM

**Příloha č.6:** Bezpečnostní list lepidla Araldite plastic steel

**Příloha č.7:** Rozhodovací tabulky inovačního řešení

**Příloha č.8:** Metoda FMEA

**Příloha č.9:** Výrobní dokumentace



## PŘÍLOHA Č.1 – metoda S.M.A.R.T.i.

Metoda S.M.A.R.T.i. bude využita pro definování cíle projektu LEDEXA.

|          |                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----------|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>S</b> | Specifikovaný  | <ul style="list-style-type: none"><li>- Cílem projektu LEDEXA je naplánování a vyhotovení prototypu svítidla. Svítidlo bude vycházet ze stávající řady svítidel EXA. Do svítidla EXA bude přidána technologie LED diod. Během inovace je možno inovovat i díly svítidla tak, aby se inovované části mohli použít do celkové řady svítidel EXA – zejména roh rámu.</li></ul>                                                                                                                 |
| <b>M</b> | Měřitelný      | <ul style="list-style-type: none"><li>- Vyhotovení 1 ks funkčního prototypu svítidla</li><li>- Svítidlo musí obsahovat min. 1 ks LED diody</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>A</b> | Akceptovatelný | <ul style="list-style-type: none"><li>- Inkubační doba – při schválení projektu vydání zadání diplomové práce</li><li>- Inovovaný prototyp svítidla musí být po vyhotovení akceptovatelný zástupcem firmy TU – Ing. Dolejší Milan</li><li>- Inovovaný prototyp svítidla musí být po vyhotovení akceptovatelný zástupcem TU v Liberci – doc.Ing.Ševčík, CSc.</li><li>- Po projektová fáze – nutná obhajoba prototypu ve firmě MODUS a při obhajobě diplomové práce na TU v Liberci</li></ul> |
| <b>R</b> | Realizovatelný | <ul style="list-style-type: none"><li>- Pro výrobu prototypu bude využito zdrojů firmy MODUS nebo TU v Liberci, v krajním případě kooperace s jinou institucí</li><li>- Realizační podmínky vycházejí z běžných standardů firmy MODUS a TU v Liberci</li><li>- Speciální požadavky na realizaci mohou vzniknout,</li></ul>                                                                                                                                                                  |

|          |                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----------|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|          |                       | <p>zvláště po zohlednění požadavků zákazníků</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Při současných podmínkách – dostupnost zdrojů, časových souvislostí, lze prototyp vyrobit</li> <li>- Zapojení osob a institucí – je na zvážení zhotovitele, případně dle zákonných podmínek</li> <li>- Realizovaný prototyp se nesmí odchýlit od cíle projektu v zásadních bodech a v časové vazbě – ukončení projektu</li> </ul> |
| <b>T</b> | <b>Termínovaný</b>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Víze projektu leden 2008</li> <li>- Zahájení projektu leden.2009</li> <li>- Zahájení plánovací fáze únor 2009</li> <li>- Ukončení projektu do 05.06.2009</li> <li>- Po projektová fáze červen/červenec 2009</li> </ul>                                                                                                                                                             |
| <b>i</b> | <b>Integrovatelný</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Prototyp musí splňovat standardy ve firmě MODUS</li> <li>- Prototyp musí splňovat standardy TU v Liberci</li> <li>- Prototyp musí splňovat zákonné podmínky</li> </ul>                                                                                                                                                                                                             |

## PŘÍLOHA Č.2 – Logický rámec

|                    | Strom cílů                                                                                                                                                                                                                      | Objektivně ověřitelné ukazatele                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Zdroje informací k ověření                                                                                                                                                                                                                          | Předpoklady a rizika                                                                                                                                                          |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Hlavní cíle (cíle) | Vyhotovení prototypu svítidla LEDEXA                                                                                                                                                                                            | Svítidlo je nabízeno a jsou na něj objednávky. Inovované části se využívají ve světelné řadě LEDEXA. Cíle musí souhlasit s vypracovanou metodou S.M.A.R.T.i.                                                                                                                                                        | Zpráva vedoucího vývojového a obchodního oddělení. Výroční zprávy firmy MODUS. Recenze diplomové práce (pokud se týká prototypu).                                                                                                                   |                                                                                                                                                                               |
| Účel               | Inovace svítidla                                                                                                                                                                                                                | -1 ks funkčního prototypu                                                                                                                                                                                                                                                                                           | -diplomová práce                                                                                                                                                                                                                                    | -neschválení prototypu                                                                                                                                                        |
| Výstupy            | <ul style="list-style-type: none"> <li>-identifikace zákaznických potřeb</li> <li>-průzkum stávajících řešení</li> <li>-vlastní inovační návrhy řešení</li> <li>-optimalizace, analýzy</li> <li>-výrobní dokumentace</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>-min. 50 interview s potenciálními zákazníky</li> <li>-průzkum min. 3 výrobců svítidel v ČR v oblasti výroby svítidel pomocí internetu</li> <li>-min. 3 vlastní koncepční návrhy řešení</li> <li>-min. 1 analýza řešení</li> <li>-min. 2 pare výrobní dokumentace</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>-dotazník zákaznických potřeb</li> <li>-afinní diagram</li> <li>-internetové stránky</li> <li>-katalogové listy</li> <li>-manuály</li> <li>-formuláře</li> <li>-počítačová data</li> <li>-a další</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>-časová náročnost</li> <li>-řešení inovovaného svítidla se nesvědčí</li> <li>-porucha elektronických dílů</li> </ul>                   |
| Aktivity           | Jednotlivé dílčí úkoly: <ul style="list-style-type: none"> <li>-konzultace</li> <li>-analýzy</li> <li>-identifikace zákaznických potřeb a další</li> </ul>                                                                      | Zdroje: <ul style="list-style-type: none"> <li>-cena projektu nepřesáhne částku 30tis. Kč</li> <li>-ostatní zdroje jsou dostupné a náklady nejsou řešeny</li> </ul>                                                                                                                                                 | Časový rámec aktivit: <ul style="list-style-type: none"> <li>-plánovací fáze: měsíc</li> <li>-realizační fáze: měsíce</li> </ul>                                                                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>-oslovení proběhne vhodným směrem</li> <li>-dostatek stávajících řešení</li> <li>-vhodné analýzy</li> <li>-kreativní řešení</li> </ul> |
|                    |                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                     | -projekt LEDEXA je schválen                                                                                                                                                   |

## PŘÍLOHA Č.4 – Dotazník zákaznických potřeb

### Dotazník osvětlovací techniky

Dotazník slouží pouze ke školním účelům a je určen pro informativní účely v projektu LED svítidel. Dotazník je anonymní. Správnou variantu prosím zakroužkujte, či popište vlastními slovy.

- 1) **Chcete si pořídit moderní svítidlo s řízenou elektronikou?**

Ano

Ne

Možná

- 2) **Je pro vás důležitější praktičnost nebo design výrobku?**

Praktičnost

Design

- 3) **Říká Vám něco technologie LED?**

.....

.....

- 4) **Dáváte přednost žárovkovému, zářivkovému či Led diodové zdroji ve svítidle?**

Žárovkový zdroj

Zářivkový zdroj

Led-diodový zdroj

- 5) **Znáte některé výhody LED diod?**

.....

.....

- 6) **Znáte některé nevýhody LED diod?**

.....

.....

- 7) **Zaplatíte více za pořízení svítidla, kdyby mělo svítidlo výhody proti klasickým svítidlům?**

Ano

Ne

- 8) **Stačí Vám běžné osvětlení místnosti nebo si chcete vytvářet osvětlovací scény pro relaxaci nebo Vám stačí nouzové osvětlení?**

Běžné osvětlení

Osvětlovací scény

Nouzové osvětlení

- 9) **Kam by jste svítidlo umístili, jak ho využívali?**

.....

.....

- 10) **Je pro Vás cena nejdůležitějším faktorem pro výběr svítidla?**

Ano

Ne (prosím o doplnění jaký faktor je pro vás nejdůležitější)

.....

**11) Chtěli byste mít možnost si dokoupit doplňky ke světlu samostatně?**

Ano

Ne

**12) Chcete mít možnost si vybrat řídící elektroniku do svítidla (cca z možných 5 variant výrobců elektroniky)?**

Ano

Ne

**13) Chtěli byste mít možnost koupit si set osvětlení (stolní lampa, přisazená svítidla, závěsná svítidla atd.) ?**

Ano

Ne

**14) Jak dlouho jste ochotni čekat na dodání svítidla od potvrzení objednávky u výrobce?**

.....

**15) Jakou dlouhou záruční dobu od výrobce by se Vám líbila?**

Minimální 2 roky

5 roků

10 roků

Doživotní záruka

**16) Jaká barva se Vám líbí na svítidle?**

.....

**17) Jaký kovový materiál upřednostňujete?**

.....

**18) Přejete si, aby svítidlo bylo i do prašného a jinak nepříznivého prostředí?**

Ano

Ne

**19) Znáte nějaké české výrobce svítidel?**

.....

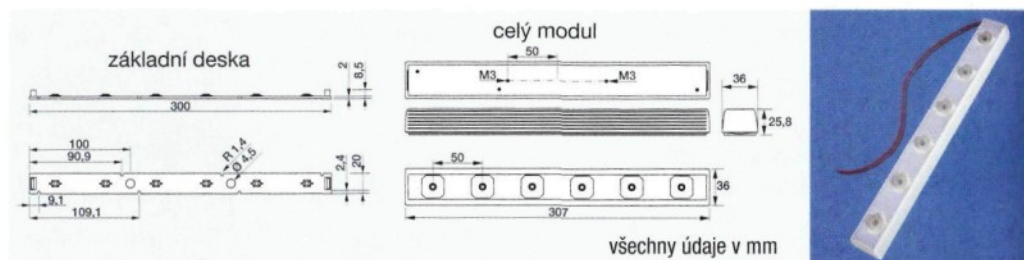
**20) Jak často během dne používáte umělé osvětlení?**

.....

## PŘÍLOHA Č.5 – Katalogové listy LED techniky od firmy OSRAM

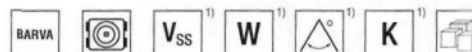
### LINEARlight-DRAGON® – základní deska

### LINEARlight-DRAGON® – systém



Označení  
výrobku

EAN kód



#### LINEARlight-DRAGON® základní deska

|               |               |      |   |    |    |     |      |   |
|---------------|---------------|------|---|----|----|-----|------|---|
| LD06A-W3F-727 | 4008321215369 | bílá | 6 | 24 | 12 | 120 | 2700 | 6 |
| LD06A-W3F-854 | 4008321215383 | bílá | 6 | 24 | 12 | 120 | 5400 | 6 |

#### LINEARlight-DRAGON® systém

|                   |               |      |   |    |    |    |      |   |
|-------------------|---------------|------|---|----|----|----|------|---|
| LD06A-W3F-727-L30 | 4008321215284 | bílá | 6 | 24 | 12 | 30 | 2700 | 6 |
| LD06A-W3F-854-L30 | 4008321215307 | bílá | 6 | 24 | 12 | 30 | 5400 | 6 |

Moduly jsou optimálně přizpůsobeny elektronickým přístrojům OSRAM OPTOTRONIC® na 24 V.

Základní rozměr základní desky: (d x š x v) 300 mm x 20 mm x 8,5 mm.

Základní rozměr celého modulu: (d x š x v) 307 mm x 36 mm x 25,8 mm.

Aktuální světelné technické údaje, důležité bezpečnostní, montážní a aplikační upozornění viz:  
[www.osram.de/LED-Systeme-Downloads](http://www.osram.de/LED-Systeme-Downloads).

#### LINEARlight-DRAGON® – základní deska a celý systém

LINEARlight-DRAGON® je flexibilní systém, skládající se z kovové základní desky s šesti vysokovýkonnými LED Golden DRAGON®, držáku čočky a designérsky řešeného chladiče.

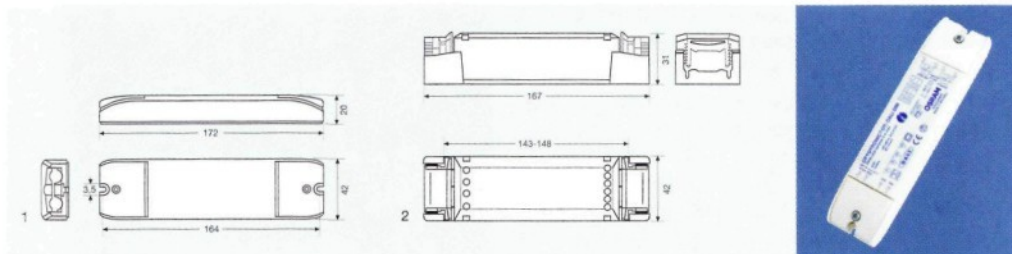
#### Charakteristika:

- Plug & Play (napájení a propojení) zajišťuje LD-2x CONNECTsystem
- možnost zapojení až šesti modulů při napájení pouze jedním přístrojem OT 75
- stmívatelné pulsní šířkovou modulací (PWM)
- integrovaná 30° optika (pro celý modul)
- možnost doplnění optiky OP1x1 pro různé oblasti využití (bodové světlo, plošné osvětlení, ozáření stěn), kterou lze kombinovat se základní deskou
- na celém modulu a na základní desce jsou montážní otvory pro upevnění pomocí šroubů M3, alternativně lze montáž celého modulu provést montážními svorkami LD-MB

#### Použití:

- ideální pro vestavná svítidla
- k velkoplošnému osvětlování a jiné způsoby ve všeobecném osvětlování

## Integrace světla LED do všeobecného osvětlení



Označení  
výrobku

EAN kód



### Stmívač OPTOTRONIC®

|                                     |               |                 |                       |         |                |
|-------------------------------------|---------------|-----------------|-----------------------|---------|----------------|
| OTi DALI DIM <sup>1)2)</sup>        | 4008321061195 | moduly LED 10 V | 10-24 V <sub>SS</sub> | 0       | 50             |
|                                     |               | moduly LED 24 V |                       | 0       | 120            |
| OT DALI 25/220-240/24 <sup>3)</sup> | 4050300829463 | moduly LED 24 V | 198 – 254             | 0/50/60 | 25 W rozděleno |

Označení  
výrobku



|                                     |                       |      |   |                 |           |     |    |    |    |
|-------------------------------------|-----------------------|------|---|-----------------|-----------|-----|----|----|----|
| OTi DALI DIM <sup>1)2)</sup>        | 10-24 V <sub>SS</sub> | DALI | 1 | 1 <sup>4)</sup> | -20...+50 | 172 | 42 | 20 | 20 |
| OT DALI 25/220-240/24 <sup>3)</sup> | 24 V <sub>SS</sub>    | DALI | 1 | 3 <sup>4)</sup> | -20...+45 | 167 | 42 | 31 | 20 |

### OTi DALI DIM

- jednokanálový elektronický stmívač, DALI® kompatibilní, s elektronickým procesorem
- integrovaná funkce **Touch DIM®** umožňuje v kombinaci se standardním tlačítkem stmívání modulů LED pomocí jednotlačítkového ovládání a uložení nastavené vstupní hodnoty do paměti dvojklikem, čidlo **Touch DIM® Sensor** slouží k realizaci světelných efektů v závislosti na pohybu v místnosti<sup>1)</sup>
- napájení provozním přístrojem OPTOTRONIC® na 10 V nebo 24 V
- stmívání modulů LED s využitím modulace šířkou pulsů (PWM)
- štíhlé, ploché pouzdro s odlehčením tahu pro nezávislou montáž

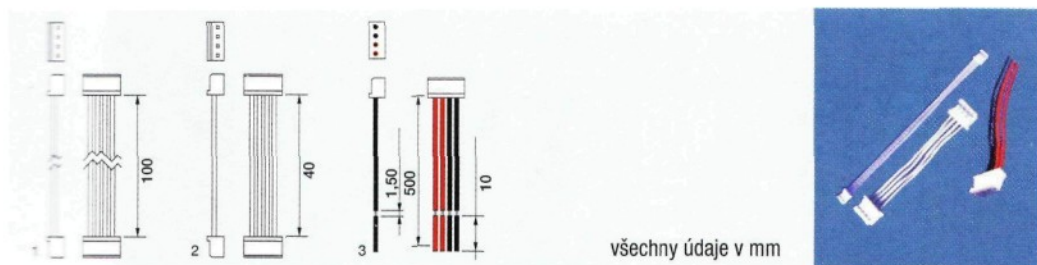
### OT DALI 25/220-240/24

- konvertor na síťové napětí a stmívač PWM, integrovaný do jednoho přístroje
- DALI® adresovatelný konvertor pro moduly LED 24 V
- jeden vstup DALI® pro tři adresovatelné výstupní kanály
- výstupní výkon 25 W, rozdělený na 3 x PWM 24 V
- pouzdro s odlehčením tahu pro nezávislou montáž

### Vlastnosti obou produktů:

- ovládání přes rozhraní DALI® ovládacími přístroji DALI®, např. DALI EASY II.
- úplná funkčnost DALI®
- elektronicky vratné vypnutí při zkratu, přetížení a přehřátí
- všechny přístroje splňují požadované standardy pro osvětlovací techniku, a proto je zaručena snadná montáž do svítidel

## CONNECTsystem pro LINEARlight-DRAGON® LINEARlight-DRAGON® montážní příchytka



Označení  
výrobku

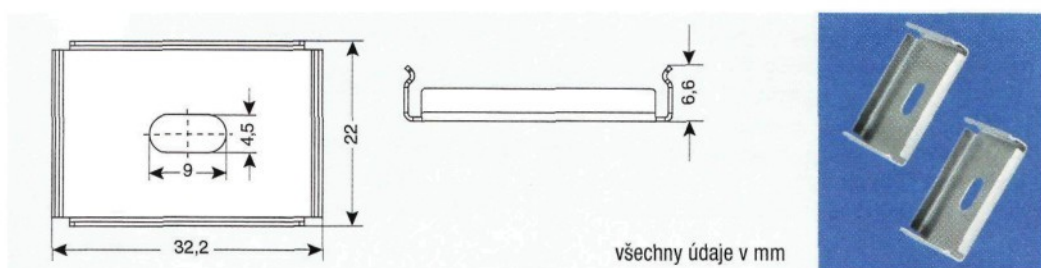
EAN kód



### CONNECTsystem pro LINEARlight-DRAGON®

|              |               |     |   |         |     |       |   |
|--------------|---------------|-----|---|---------|-----|-------|---|
| LD-2CONN-100 | 4008321182883 | 100 | 2 | 0,13/26 | 100 | 50x10 | 1 |
| LD-2CONN-40  | 4008321182869 | 100 | 2 | 0,13/26 | 40  | 50x10 | 2 |
| LD-2PIN      | 4008321182845 | 100 | 2 | 0,2/24  | 500 | 50x10 | 3 |

Aktuální světelné technické údaje, důležité bezpečnostní, montážní a aplikační upozornění viz:  
[www.osram.de/LED-Systeme-Downloads](http://www.osram.de/LED-Systeme-Downloads).



Označení  
výrobku

EAN kód



### LINEARlight-DRAGON® montážní příchytka

|       |               |      |    |     |        |
|-------|---------------|------|----|-----|--------|
| LD-MB | 4008321225672 | 32,2 | 22 | 6,6 | 12x5x5 |
|-------|---------------|------|----|-----|--------|

Aktuální světelné technické údaje, důležité bezpečnostní, montážní a aplikační upozornění viz:  
[www.osram.de/LED-Systeme-Downloads](http://www.osram.de/LED-Systeme-Downloads).



## Dálkové ovládání Touch DIM® Remote Control – stmívání bez řídícího vedení



Typ přístroje:

dvoukanálový nástěnný vysílač

Označení přístroje:

**Touch DIM® WCU**

• stupeň krytí:

IP20

• okolní teplota:

0 °C až +50 °C

• frekvenční pásmo:

868,3 MHz

• generování energie:

piezo (bezbatériové)

750 000 vysílacích cyklů

• rozměry:

80 x 80 x 18 mm

(d x š x v)



Typ přístroje:

čtyřkanálový ruční vysílač

Označení přístroje:

**Touch DIM® RMC**

• frekvenční pásmo:

868 MHz

• vysílací výkon:

10 mW

• generování energie:

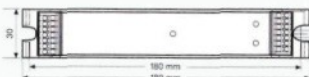
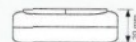
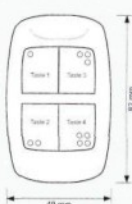
induktivní (bezbatériové)

> 50 000 vysílacích cyklů

• rozměry:

82 x 48 x 20 mm

(d x š x v)



Typ přístroje:

dvoukanálový rádiový přijímací modul

Označení přístroje:

**Touch DIM® RC**

• provozní napětí:

220 – 240 V/50-60 Hz

• příkon: max:

max. 1,5 W

• třída ochrany:

II, IP20

• provozní teplota:

0 °C až +50 °C

• vstupy:

vstupy Learn, T1, T2  
pro bezpotenciálové  
zapínací kontakty

• frekvenční pásmo:

868,3 MHz

• výstupy:

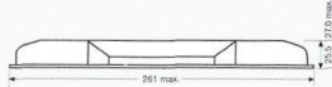
2 bezpotenciálové  
polovodičové reléové  
výstupy (Ch1, Ch2),  
max. 45 mA/240 V  
až 15 EP QTl DALI,  
nebo transformátorů HTI

• počet předřadníků  
na výstup:

max. 30

• počet nástěnných  
vysílačů:

max. 30



Montážní sada:

**LMS CI BOX**

• přípustný průřez

min. Ø 8 mm/

• vedení:

max. Ø 13 mm

• rozměry:

261 x 71/35 x 27 mm  
(d x š x v)

Typ

Označení  
výrobku

EAN kód

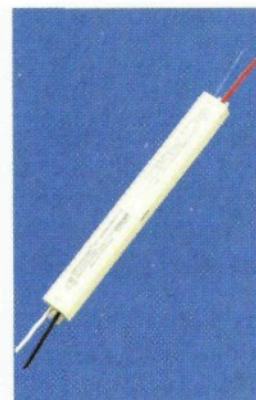
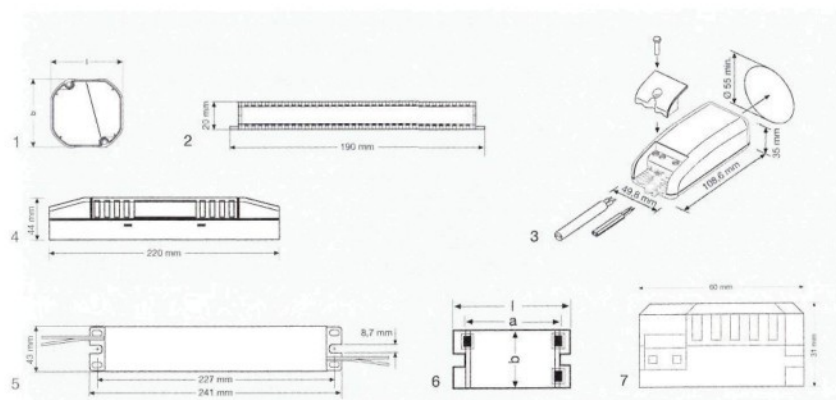
Rozměry  
v mm



### Objednací údaje Touch DIM®

|                                      |               |               |                  |    |
|--------------------------------------|---------------|---------------|------------------|----|
| Dvoukanálový nástěnný vysílač        | Touch DIM WCU | 4008321032737 | 80 x 80 x 18     | 25 |
| Čtyřkanálový ruční vysílač           | Touch DIM RMC | 4008321183033 | 82 x 48 x 20     | 10 |
| Dvoukanálový rádiový přijímací modul | Touch DIM RC  | 4008321031938 | 189 x 30 x 21    | 20 |
| Montážní sada                        | LMS CI BOX    | 4008321083692 | 261 x 71/35 x 27 | 40 |

# OPTOTRONIC®



Označení  
výrobku

EAN kód



## Provozní přístroje OPTOTRONIC® 10 V

|                                    |               |                 |         |         |    |    |                    |
|------------------------------------|---------------|-----------------|---------|---------|----|----|--------------------|
| OT 6/100-120/10 CE <sup>1)</sup>   | 4008321128911 | moduly LED 10 V | 90-132  | 50/60   | 6  | 72 | 10 V <sub>SS</sub> |
| OT 6/200-240/10 CE <sup>1)</sup>   | 4008321113306 | moduly LED 10 V | 198-254 | 50/60   | 6  | 72 | 10 V <sub>SS</sub> |
| OT 12/220-240/10 LE <sup>1)</sup>  | 4008321174253 | moduly LED 10 V | 198-254 | 0/50/60 | 12 | 80 | 10 V <sub>SS</sub> |
| OT 12/230-240/10                   | 4050300609232 | moduly LED 10 V | 207-254 | 0/50/60 | 12 | 77 | 10 V <sub>SS</sub> |
| OT 50/220-240/10 <sup>2)</sup>     | 4050300817491 | moduly LED 10 V | 198-254 | 0/50/60 | 50 | 90 | 10 V <sub>SS</sub> |
| OT 50/120-277/10 E <sup>1)2)</sup> | 4050300861500 | moduly LED 10 V | 108-305 | 0/50/60 | 50 | 90 | 10 V <sub>SS</sub> |

## Provozní přístroje OPTOTRONIC® 24 V

|                                    |               |                 |         |         |    |    |                    |
|------------------------------------|---------------|-----------------|---------|---------|----|----|--------------------|
| OT 6/100-120/24 CE <sup>1)</sup>   | 4008321129130 | moduly LED 24 V | 90-132  | 50/60   | 6  | 72 | 24 V <sub>SS</sub> |
| OT 6/200-240/24 CE <sup>1)</sup>   | 4008321113269 | moduly LED 24 V | 198-254 | 50/60   | 6  | 72 | 24 V <sub>SS</sub> |
| OT 8/200-240/24                    | 4008321040169 | moduly LED 24 V | 180-254 | 0/50/60 | 8  | 75 | 24 V <sub>SS</sub> |
| OT 20/230-240/24                   | 4050300618111 | moduly LED 24 V | 207-254 | 0/50/60 | 20 | 83 | 24 V <sub>SS</sub> |
| OT 20/120-240/24 S                 | 4050300662626 | moduly LED 24 V | 108-254 | 0/50/60 | 20 | 83 | 24 V <sub>SS</sub> |
| OT 75/220-240/24 <sup>2)</sup>     | 4050300817477 | moduly LED 24 V | 198-254 | 0/50/60 | 75 | 90 | 24 V <sub>SS</sub> |
| OT 75/120-277/24 E <sup>1)2)</sup> | 4050300861487 | moduly LED 24 V | 108-305 | 0/50/60 | 75 | 87 | 24 V <sub>SS</sub> |

Označení  
výrobku



## Provozní přístroje OPTOTRONIC® 10 V

|                                    |           |     |    |    |    |   |
|------------------------------------|-----------|-----|----|----|----|---|
| OT 6/100-120/10 CE <sup>1)</sup>   | -20...+50 | 51  | 50 | 22 | 20 | 1 |
| OT 6/200-240/10 CE <sup>1)</sup>   | -20...+50 | 51  | 50 | 22 | 20 | 1 |
| OT 12/220-240/10 LE <sup>1)</sup>  | -20...+50 | 190 | 20 | 20 | 10 | 2 |
| OT 12/230-240/10                   | -20...+50 | 109 | 50 | 35 | 20 | 3 |
| OT 50/220-240/10 <sup>2)</sup>     | -20...+50 | 220 | 47 | 44 | 10 | 4 |
| OT 50/120-277/10 E <sup>1)2)</sup> | -25...+60 | 241 | 43 | 30 | 10 | 5 |

## Provozní přístroje OPTOTRONIC® 24 V

|                                    |           |     |    |    |    |   |
|------------------------------------|-----------|-----|----|----|----|---|
| OT 6/100-120/24 CE <sup>1)</sup>   | -20...+50 | 51  | 50 | 22 | 20 | 1 |
| OT 6/200-240/24 CE <sup>1)</sup>   | -20...+50 | 51  | 50 | 22 | 20 | 1 |
| OT 8/200-240/24                    | -20...+50 | 80  | 40 | 22 | 50 | 6 |
| OT 20/230-240/24                   | -20...+45 | 109 | 50 | 35 | 20 | 3 |
| OT 20/120-240/24 S                 | -20...+50 | 60  | 60 | 31 | 30 | 7 |
| OT 75/220-240/24 <sup>2)</sup>     | -20...+50 | 220 | 47 | 44 | 10 | 4 |
| OT 75/120-277/24 E <sup>1)2)</sup> | -25...+60 | 241 | 43 | 30 | 10 | 5 |

# BEZPEČNOSTNÍ LIST

podle nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1907/2006 (REACH)

## ARALDITE PLASTIC STEEL Hardener

Datum vytvoření

1. srpen 2006

Datum revize

14. duben 2008

1. Identifikace látky nebo přípravku a společnosti nebo podniku
- 1.1. Identifikace látky nebo přípravku ARALDITE PLASTIC STEEL Hardener  
Číslo 10  
Další názvy látky/přípravku
- 1.2. Použití látky nebo přípravku
- 1.3. Identifikace společnosti nebo podniku  
Výrobce  
Jméno nebo obchodní jméno Huntsman Advanced Materials (Europe)  
BVBA  
Adresa Everslaan 45, 3078 Everberg  
Belgium (Belgie)  
Telefon +41619661599  
Fax +41619661589  
Distributor  
Jméno nebo obchodní jméno INVIA export-import spol. s r.o.  
Adresa Ondříčkova 32, 130 00 Praha 3  
Czech Republic (Česká republika)  
Telefon 558436175  
Fax 558436175  
Odborně způsobilá osoba odpovědná za bezpečnostní list  
Jméno nebo obchodní jméno ROK servis s.r.o.  
Adresa Vlkova 507/16, 130 00 Praha 3  
Czech Republic (Česká republika)  
Telefon 222 211 584  
Fax 222 211 584  
Adresa elektronické pošty info@rokservis.cz  
Adresa www stránek www.rokservis.cz
- 1.4. Telefonní číslo pro mimořádné situace  
Společnost nebo poradenský subjekt  
Klinika nemoci z povolání, Toxikologické informační středisko (TIS), Na Bojišti 1, 128 08 Praha 2  
Telefonní číslo pro poskytování informací při mimořádných situacích  
nepřetržitě 224 919 293 nebo 224 915 402 nebo 224 914 575

2. Identifikace rizik
- 2.1. Klasifikace látky nebo přípravku  
Výstražný symbol  
žádné  
R-věty  
žádné
- 2.2. Nepříznivé fyzikálně-chemické účinky, účinky na zdraví a životní prostředí, symptomy související s použitím a možným nevhodným použitím  
Přípravek nepředstavuje žádné riziko pro člověka. Nepředpokládá se, že může vyvolat dlouhodobé nepříznivé účinky v životním prostředí.
- 2.3. Jiná rizika nebo účinky na životní prostředí  
neuvedeno

3. Složení nebo informace o složkách
- 3.1. Chemická charakteristika přípravku  
Polyaminoamid.
- 3.2. Přípravek obsahuje tyto nebezpečné látky a látky se stanovenými nejvyššími přípustnými koncentracemi v pracovním ovzduší

| Identifikační čísla                                              | Chemický název látky                     | Koncentrace [%] | Výstražný symbol a R věty |
|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-----------------|---------------------------|
| CAS: 90-72-2<br>ES(Einecs): 202-013-9<br>Index.čís: 603-069-00-0 | 2,4,6-Tris(dimethylaminomethyl)<br>fenol | 1 - 5           | Xn<br>R-22, 36/38         |

Plné znění R vět je uvedeno v bodě 16. bezpečnostního listu.

# BEZPEČNOSTNÍ LIST

podle nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1907/2006 (REACH)

## ARALDITE PLASTIC STEEL Hardener

4. Pokyny pro první pomoc
- 4.1. Všeobecné pokyny  
Projeví-li se zdravotní potíže nebo v případě pochybností, uveďte lékaře a poskytněte mu informace z tohoto Bezpečnostního listu. Při bezvědomí umístěte postiženého do stabilizované polohy na boku, s mírně zakloněnou hlavou, a dbejte o průchodnost dýchacích cest, nikdy nevyvolávejte zvracení. Zvrací-li postižený sám, dbejte aby nedošlo k vdechnutí zvratků.
- 4.2. Při nadýchání  
Dopravte postiženého na čerstvý vzduch a zajistěte tělesný i duševní klid. Nenechte prochladnout. Přetrvává-li dráždění, vyhledejte lékařskou pomoc.
- 4.3. Při styku s kůží  
Okamžitě odložte veškeré kontaminované oblečení. Zasažené části pokožky umyjte pokud možno teplou vodou a mýdlem. Vyhledejte lékařskou pomoc.
- 4.4. Při zasažení očí  
Při násilné otevřených víčkách a nejméně 15 minut vyplachujte čistou pokud možno vlažnou tekoucí vodou a vyhledejte lékařskou pomoc.
- 4.5. Při požití  
Postiženého umístěte v klidu. Ústa vypláchněte vodou (pouze za předpokladu, že postižený je při vědomí); nikdy nevyvolávejte zvracení. Neprodleně vyhledejte lékařskou pomoc a ukažte obal přípravku nebo etiketu.
- 
5. Opatření pro hasební zásah
- 5.1. Vhodná hasiva  
pěna - odolná alkoholu, plyn - oxid uhličitý, prášek, voda - tříštěný proud
- 5.2. Hasiva, která z bezpečnostních důvodů nelze použít  
voda - plný proud
- 5.3. Zvláštní nebezpečí způsobené expozicí látky nebo přípravku, produktům hoření nebo vznikajícím plynům  
Při požáru vzniká hustý, černý kouř, může docházet k vzniku nepříjemných a toxických plynů, oxidu uhelnatého a uhličitého.
- 5.4. Speciální ochranné prostředky pro hasiče  
Izolační dýchací přístroj a ochranný oděv.
- 5.5. Další údaje  
Uzavřené nádoby s přípravkem v blízkosti požáru chlaďte vodou.
- 
6. Opatření v případě náhodného úniku
- 6.1. Preventivní opatření pro ochranu osob  
Zajistěte dostatečné větrání. Nevdechujte páry. Zamezte kontaktu s kůží, očima a oblečením. Používejte osobní ochranné pracovní prostředky. Postupujte podle pokynů, obsažených v kapitolách 7 a 8.
- 6.2. Preventivní opatření pro ochranu životního prostředí  
Zabraňte kontaminaci půdy a úniku do povrchových nebo spodních vod. Nepřipusťte vniknutí do kanalizace.
- 6.3. Metody čištění  
Přípravek pokryjte vhodným (nehořlavým) absorbujícím materiálem (písek, silika gel, piliny, univerzální a kyselé pojivo a jiné vhodné absorpční materiály, apod.), shromážděte v dobře uzavřených nádobách a odstraňte jako nebezpečný odpad. Sebraný materiál zneškodňujte v souladu s místně platnými předpisy. Při úniku velkých množství přípravku informujte hasiče a odbor životního prostředí Obecního úřadu obce s rozšířenou působností.
- 6.4. Další údaje  
Po odstranění přípravku umyjte kontaminované místo velkým množstvím vody nebo jiného vhodného čistícího prostředku. Nepoužívejte rozpouštědel.
- 
7. Zacházení a skladování
- 7.1. Zacházení
- 7.1.1. Preventivní opatření pro bezpečné zacházení s látkou nebo přípravkem  
Zabraňte tvorbě plynů a par v koncentracích přesahujících nejvyšší přípustné koncentrace (NPK-P) pro pracovní ovzduší. Při používání může dojít ke vzniku elektrostatického náboje. Doporučuje se používat antistatický oděv i obuv. Používejte nejiskřící nástroje. Nevdechujte plyny a páry. Zabraňte kontaktu s pokožkou a očima. Používejte osobní ochranné pracovní prostředky podle kapitoly 8. Dbejte na platné právní předpisy o bezpečnosti a ochranné zdraví.
- 7.1.2. Preventivní opatření na ochranu životního prostředí  
Zabraňte úniku přípravku do životního prostředí. Přepravujte pouze v nádobách, které odpovídají originálnímu balení. Dbejte pokynů uvedených na etiketě přípravku.

# BEZPEČNOSTNÍ LIST

podle nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1907/2006 (REACH)

## ARALDITE PLASTIC STEEL Hardener

- 7.1.3. Specifické požadavky nebo pravidla vztahující se k látce nebo přípravku  
neuvedeno
- 7.2. Skladování
- 7.2.1. Podmínky pro bezpečné skladování  
Skladujte v těsně uzavřených obalech na chladných, suchých a dobře větraných místech k tomu určených.  
Skladovací třída 12  
Skladovací teplota 2 - 8 °C
- 7.2.2. Množstevní limit při daných skladovacích podmínkách  
neuvedeno
- 7.2.3. Specifické (specifická) použití  
neuvedeno
- 
8. Omezování expozice / osobní ochranné prostředky
- 8.1. Expoziční limity  
žádné
- 8.2. Omezování expozice
- 8.2.1. Omezování expozice pracovníků  
Dbejte obvyklých opatření na ochranu zdraví při práci a zejména na dobré větrání. Toho lze dosáhnout pouze místním odsáváním nebo účinným celkovým větráním. Jestliže tak není možno dodržet NPK-P, musí být používána vhodná ochrana dýchacího ústrojí.
- 8.2.1.1. Ochrana dýchacích orgánů  
Izolační dýchací přístroj při překročení NPK-P toxických látek nebo ve špatně větratelném prostředí.
- 8.2.1.2. Ochrana rukou  
Ochranné rukavice (plastové, gumové)
- 8.2.1.3. Ochrana očí  
Ochranné těsně přiléhavé brýle.
- 8.2.1.4. Ochrana kůže  
Ochranný oděv s dlouhým rukávem. Při znečištění pokožky ji důkladně omýt.
- 8.2.2. Omezování expozice životního prostředí  
Dbejte obvyklých opatření na ochranu životního prostředí, viz bod 6.2.
- 
9. Fyzikální a chemické vlastnosti
- 9.1. Obecné informace
- Skupenství kapalné při 20°C  
Barva černá  
Zápach (vůně)
- 9.2. Důležité informace z hlediska ochrany zdraví, bezpečnosti a životního prostředí
- Teplota varu 200 °C  
Bod vzplanutí >100 °C  
Relativní hustota 1,68 - 1,8 g/cm<sup>3</sup> při °C  
Rozpuštěnost ve vodě při 20°C prakticky nerozpustný
- 9.3. Další informace  
Tepelný rozklad nad 200°C, při 20°C misitelný s vodou.
- 
10. Stálost a reaktivita
- 10.1. Podmínky, kterým je třeba zamezit  
Za normálního způsobu použití je přípravek stabilní, k rozkladu nedochází. Vyhněte se elektrostatickému výboji.
- 10.2. Materiály, které nelze použít  
Chraňte před silnými kyselinami a zásadami, jakož i oxidačními činidly.
- 10.3. Nebezpečné produkty rozkladu  
Za normálního způsobu použití nevznikají. Při požáru může docházet ke vzniku nepříjemných a toxických plynů.
- 
11. Toxikologické informace
- 11.1. Nepříznivé účinky na zdraví způsobené expozicí látky nebo přípravku  
Při používání podle návodu a dodržování zásad osobní hygieny nebyly pozorovány nepříznivé účinky na člověka.  
Akutní toxicita přípravku  
Pro přípravek nejsou žádné toxikologické údaje k dispozici. Vzhledem k vlastnostem jednotlivých komponent jde o přípravek akutně prakticky nejedovatý.  
LD50, orálně, potkan 2001 mg.kg<sup>-1</sup>
- 11.2. Známé dlouhodobé i okamžité účinky a rovněž chronické účinky plynoucí z krátkodobé i dlouhodobé expozice

## BEZPEČNOSTNÍ LIST

podle nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1907/2006 (REACH)

### ARALDITE PLASTIC STEEL Hardener

Chronická toxicita: Pro přípravek nestanovena, komponenty přípravku nezpůsobují chronickou otravu. Senzibilizace: Pro přípravek nestanovena, není pravděpodobná. Karcinogenita: Pro přípravek nestanovena, komponenty přípravku nemají karcinogenní účinek. Mutagenita: Pro přípravek nestanovena. Toxicita pro reprodukci: Pro přípravek nestanovena, komponenty přípravku nejsou toxické pro reprodukci. Akutní toxicita komponent přípravku  
neuveďeno

#### 12. Ekologické informace

##### 12.1. Ekotoxicita

Akutní toxicita přípravku pro vodní organismy

Zabraňte kontaminaci spodních vod.

neuveďeno

Akutní toxicita komponent přípravku pro vodní organismy

neuveďeno

##### 12.2. Mobilita

Zamezte vniknutí do půdy a vody.

##### 12.3. Persistence a rozložitelnost

neuveďeno

##### 12.4. Bioakumulační potenciál

neuveďeno

##### 12.5. Výsledky posouzení PBT

neuveďeno

##### 12.6. Jiné nepříznivé účinky

neuveďeno

#### 13. Pokyny pro likvidaci

##### 13.1. Nebezpečí při zacházení s přebytky nebo odpady (vznikajících při předpokládaném použití)

Nebezpečí kontaminace životního prostředí, postupujte podle zákona č. 185/2001 Sb. o odpadech a podle prováděcích předpisů o zneškodňování odpadů.

##### 13.2. Vhodné metody odstraňování látky nebo přípravku a všech znečištěných obalů

Postupujte podle předpisů o zneškodňování zvláštních odpadů na zajištěné skládce pro tyto odpady nebo ve spalovacím zařízení pro nebezpečné odpady. (Zákon č.185/2001 Sb.)

##### 13.3. Právní předpisy o odpadech

Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a zákon č. 188/2004 Sb., kterým se doplňuje zákon č. 185/2001 Sb.

Kód druhu odpadu

070204

Název druhu odpadu

Jiná organická rozpouštědla,  
promývací kapaliny a matečné louhy  
N

Kategorie

Podskupina odpadu

Odpady z výroby, zpracování,  
distribuce a používání plastů,  
syntetického kaučuku a syntetických  
vláken

Skupina odpadu

Odpady z organických chemických  
procesů

Kód druhu odpadu pro obal

150110

Název druhu odpadu (obal)

Obaly obsahující zbytky nebezpečných  
látek nebo obaly těmito látkami  
znečištěné

Kategorie

Podskupina odpadu

N

Skupina odpadu

Obaly (včetně oddělené sbíraného  
komunálního obalového odpadu)  
Odpadní obaly, absorpční činidla,  
čisticí tkaniny, filtrační materiály  
a ochranné oděvy jinak neurčené

#### 14. Informace pro přepravu

##### 14.1. Speciální preventivní opatření

neuveďeno

## BEZPEČNOSTNÍ LIST

podle nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1907/2006 (REACH)

### ARALDITE PLASTIC STEEL Hardener

- 14.2. Silniční přeprava ADR  
Nepodléhá předpisům podle ADR  
Železniční přeprava RID  
Nepodléhá předpisům podle RID  
Letecká přeprava ICAO/IATA  
Nepodléhá předpisům podle ICAO/IATA  
Námořní přeprava IMDG  
Nepodléhá předpisům podle IMDG
- 
15. Informace o předpisech
- 15.1. Informace, které musí být podle zákona uvedeny na obalu  
Přípravek je ve smyslu zákona č. 356/2003 Sb. v platném znění (č. 434/2005 Sb.), o chemických látkách a chemických přípravcích a o změně některých zákonů, a předpisů jej provádějících, na obale, etiketě apod. takto klasifikován a označen:  
Výstražný symbol  
žádné  
Nebezpečné látky  
R-věty (úplné znění)  
žádné  
S-věty (úplné znění)  
S 2 Uchovávejte mimo dosah dětí  
S 46 Při požití okamžitě vyhledejte lékařskou pomoc a ukažte tento obal nebo označení  
Označení specifického nebezpečí (podle vyhlášky č. 232/2004 v platném znění)  
neuvedeno  
Označení pro aerosolová balení  
žádné
- 15.2. Specifická ustanovení týkající se ochrany osob nebo životního prostředí na úrovni Evropských společenství  
neuvedeno
- 15.3. Právní předpisy obsahující specifická ustanovení týkající se ochrany osob nebo životního prostředí  
Zdravotnické předpisy  
Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci.  
Zákon č. 20/1966 Sb., o péči o zdraví lidu v platném znění. Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví v platném znění. Směrnice MZD ČSR č. 49/1967 Sb., o posuzování zdravotní způsobilosti k práci. Vyhláška č. 56/1997 Sb., obsluha časového rozmezí preventivních prohlídek v platném znění.  
Předpisy na ochranu ovzduší  
Vyhláška č. 355/2002 Sb. v platném znění (č. 509/2005 Sb.), o emisních limitech.  
Požární předpisy  
Zákon ČNR č. 133/1985 Sb., ve znění platných předpisů. ČSN 65 0201 - Hořlavé kapaliny, provozy a sklady. Vyhláška č. 246/2001 Sb., o požární prevenci.
- 
16. Další informace  
Seznam všech R a S vět použitých v bodu 2 a 3  
R 22 Zdraví škodlivý při požití  
R 36/38 Dráždí oči a kůži  
S 2 Uchovávejte mimo dosah dětí  
S 46 Při požití okamžitě vyhledejte lékařskou pomoc a ukažte tento obal nebo označení  
S 26 Při zasažení očí okamžitě důkladně vypláchněte vodou a vyhledejte lékařskou pomoc  
S 28 Při styku s kůží okamžitě omyjte velkým množstvím... (vhodnou kapalinu specifikuje výrobce a dovozce)  
Další informace důležité z hlediska bezpečnosti a ochrany zdraví člověka  
Výrobek nesmí být - bez zvláštního souhlasu výrobce/dovozce - používán k jinému účelu, než je uvedeno v kapitole 1. Uživatel je odpovědný za dodržování všech souvisejících předpisů na ochranu zdraví.  
Pokyny pro školení  
Seznámit pracovníky s doporučeným způsobem použití, povinnými ochrannými prostředky, první pomocí a zakázanými manipulacemi s přípravkem.  
Doporučená omezení použití  
neuvedeno  
Informace o zdrojích údajů použitých při sestavování bezpečnostního listu

## BEZPEČNOSTNÍ LIST

podle nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1907/2006 (REACH)

### ARALDITE PLASTIC STEEL Hardener

Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č.1907/2006 (REACH), směrnice 67/548/EHS ve znění pozdějších předpisů a 1999/45/ES, seznam závazně klasifikovaných látek dle vyhlášky č.232/2004 Sb. v platném znění, údaje společnosti nebo podniku, databáze nebezpečných látek.

#### Prohlášení

Bezpečnostní list obsahuje údaje pro zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci a ochrany životního prostředí. Uvedené údaje odpovídají současnému stavu vědomostí a zkušeností a jsou v souladu s platnými právními předpisy. Nemohou být považovány za záruku vhodnosti a použitelnosti výrobku pro konkrétní aplikaci.

## PŘÍLOHA Č.7 – Rozhodovací tabulka pro detailní hodnocení konceptů - návrh LED

| Kritérium                   | váha | Koncepty - umístění technologie LED |                   |                   |                   |                   |                   |                |                   |            |                   |         |                   |
|-----------------------------|------|-------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|----------------|-------------------|------------|-------------------|---------|-------------------|
|                             |      | Vlastní návrh č.1                   |                   | Vlastní návrh č.2 |                   | Vlastní návrh č.3 |                   | Elkovo Čepelík |                   | INGE Opava |                   | MODUS   |                   |
|                             |      | hodnota                             | vážená<br>hodnota | hodnota           | vážená<br>hodnota | hodnota           | vážená<br>hodnota | hodnota        | vážená<br>hodnota | hodnota    | vážená<br>hodnota | hodnota | vážená<br>hodnota |
| optický systém              | 75 % | 3                                   | 2,25              | 1                 | 0,75              | 5                 | 3,75              | 3              | 2,25              | 5          | 3,75              | 5       | 3,75              |
| využití technologie LED     | 90 % | 3                                   | 2,7               | 3                 | 2,7               | 5                 | 4,5               | 3              | 2,7               | 3          | 2,7               | 3       | 2,7               |
| komfortnost svítidla        | 75 % | 3                                   | 2,25              | 5                 | 3,75              | 5                 | 3,75              | 1              | 0,75              | 1          | 0,75              | 1       | 0,75              |
| životnost svítidla a zdrojů | 75 % | 1                                   | 0,75              | 3                 | 2,25              | 5                 | 3,75              | 1              | 0,75              | 1          | 0,75              | 3       | 2,25              |
| použité materiály           | 75 % | 5                                   | 3,75              | 5                 | 3,75              | 5                 | 3,75              | 1              | 0,75              | 5          | 3,75              | 1       | 0,75              |
| vyřešení chlazení svítidla  | 90 % | 1                                   | 0,9               | 3                 | 2,7               | 5                 | 4,5               | 1              | 0,9               | 3          | 2,7               | 1       | 0,9               |
| výkon svítidla              | 60 % | 1                                   | 0,6               | 3                 | 1,8               | 5                 | 3                 | 3              | 1,8               | 1          | 0,6               | 3       | 1,8               |
| možnosti použití svítidla   | 75 % | 1                                   | 0,75              | 1                 | 0,75              | 5                 | 3,75              | 1              | 0,75              | 1          | 0,75              | 5       | 3,75              |
| složitost svítidla          | 50 % | 5                                   | 2,5               | 3                 | 1,5               | 1                 | 0,5               | 5              | 2,5               | 5          | 2,5               | 3       | 1,5               |
| bezpečnost svítidla         | 90 % | 3                                   | 2,7               | 3                 | 2,7               | 5                 | 4,5               | 1              | 0,9               | 3          | 2,7               | 3       | 2,7               |
| design svítidla             | 90 % | 3                                   | 2,7               | 5                 | 4,5               | 5                 | 4,5               | 1              | 0,9               | 1          | 0,9               | 1       | 0,9               |
| osobní preference řešení    | 50 % | 5                                   | 2,5               | 3                 | 1,5               | 3                 | 1,5               | 1              | 0,5               | 1          | 0,5               | 3       | 1,5               |
| Součet                      |      | 24,35                               |                   | 28,65             |                   | 41,75             |                   | 15,45          |                   | 22,35      |                   | 23,25   |                   |
| Pořadí                      |      | 3.                                  |                   | 2.                |                   | 1.                |                   | 6.             |                   | 5.         |                   | 4.      |                   |
| Další postup                |      | ne                                  |                   | ne                |                   | ano               |                   | ne             |                   |            |                   |         |                   |

## PŘÍLOHA Č.7 – Rozhodovací tabulka pro detailní hodnocení konceptů - návrh hliníkového rohu

| Kritérium                         | váha | Koncepty - návrh hliníkového rohu rámu |                |                   |                |                   |                |
|-----------------------------------|------|----------------------------------------|----------------|-------------------|----------------|-------------------|----------------|
|                                   |      | Vlastní návrh č.1                      |                | Vlastní návrh č.2 |                | Vlastní návrh č.3 |                |
|                                   |      | hodnota                                | vážená hodnota | hodnota           | vážená hodnota | hodnota           | vážená hodnota |
| požitý materiál na roh            | 80 % | 5                                      | 4              | 5                 | 4              | 1                 | 0,8            |
| vnější design svítidla            | 90 % | 5                                      | 4,5            | 3                 | 2,7            | 5                 | 4,5            |
| cenová náročnost výroby dílu      | 50 % | 3                                      | 1,5            | 3                 | 1,5            | 1                 | 0,5            |
| počet dílů na vytvoření rohu      | 40 % | 5                                      | 2              | 5                 | 2              | 3                 | 1,2            |
| náročnost montáže rámu            | 80 % | 1                                      | 0,8            | 5                 | 4              | 3                 | 2,4            |
| kvalita spoje v rámu              | 80 % | 5                                      | 4              | 1                 | 0,8            | 3                 | 2,4            |
| tuhost rámu                       | 80 % | 5                                      | 4              | 3                 | 2,4            | 5                 | 4              |
| logistický pohled                 | 60 % | 3                                      | 1,8            | 3                 | 1,8            | 5                 | 3              |
| životnost spoje                   | 50 % | 5                                      | 2,5            | 3                 | 1,5            | 3                 | 1,5            |
| využití dílu v celé řadě svítidel | 80 % | 3                                      | 2,4            | 4                 | 3,2            | 3                 | 2,4            |
| osobní preference řešení          | 50 % | 3                                      | 1,5            | 5                 | 2,5            | 1                 | 0,5            |
| Součet                            |      | 29                                     |                | 26,4              |                | 23,2              |                |
| Pořadí                            |      | 1.                                     |                | 2.                |                | 3.                |                |
| Další postup                      |      | ano                                    |                | ne                |                | ne                |                |

## PŘÍLOHA Č.8 – FMEA

|                                  |                           |                                      |                            |                                                                       |                                              |        |        |         |           |                                                                                             |               |        |                         |         |           |          |  |
|----------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|--------|--------|---------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--------|-------------------------|---------|-----------|----------|--|
| FMEA                             | 1 Typ Svítidlo            |                                      |                            |                                                                       | 2 Číslo form. 001                            |        |        |         | 3 Listů 7 |                                                                                             |               |        | 4 Navazuje NE - prvotní |         |           |          |  |
| 5 Výrobek <b>LEDEXA</b>          |                           |                                      |                            |                                                                       | 6 Konstrukteři <b>Vach</b>                   |        |        |         |           | 7 Datum zahájení výroby: srpen/září 2009                                                    |               |        |                         |         |           |          |  |
| 8 Datum rozboru FMEA květen 2009 |                           |                                      |                            |                                                                       | 9 Dodavatelé <b>Nejsou</b>                   |        |        |         |           | 10 Díl <b>Celá sestava včetně dílů</b>                                                      |               |        |                         |         | 11 Funkce |          |  |
| 12                               | 13                        | 14                                   | 15                         | 16                                                                    | 17                                           | 18     | 19     | 20      | 21        | 22                                                                                          | 23            | 24     | 25                      | 26      | 27        | 28       |  |
| místo poruchy                    | druh poruchy              | možný důsledek poruchy               | kontrol. položky           | možné příčiny                                                         | Současný stav                                |        |        |         |           | dopor. opatř.                                                                               | Výsledný stav |        |                         |         |           | Odpovídá |  |
|                                  |                           |                                      |                            |                                                                       | Běžné                                        | výskyt | závaž. | detekce | rizik.    |                                                                                             | přijatá       | výskyt | závaž.                  | detekce | výsled    |          |  |
|                                  |                           |                                      |                            |                                                                       | kontroly                                     | V      | Z      | D       | číslo     |                                                                                             | opatř.        | V      | Z                       | D       | RČ        |          |  |
| Sestavený rám                    | poškozený povrch          | nevzhlednost                         | kontrola jednotlivých dílů | manipulace při montáži<br><br>poškození při výrobě profilů            | vizuální                                     | 3      | 7      | 5       | 105       | montážní rukavice<br><br>proškolení                                                         |               |        |                         |         |           | Vach     |  |
| Hliníkové profily                | otřepy na koncích profilu | nevzhlednost<br><br>špatné spasování | kontrola dílu při výrobě   | geometrie kotouče<br><br>kotouč s nižším počtem zubů- jemnější dělení | periodická přeměření<br><br>nebyly stanoveny | 2      | 7      | 2       | 28        | kratší periodické kontroly, zakoupení nového kotouče s vyšším počtem zubů- kontakt výrobce, |               |        |                         |         |           | Vach     |  |

|                   |                                |                                        |                                         |                               |                       |   |    |   |     |                                                                                 |  |  |  |  |  |      |
|-------------------|--------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------|-----------------------|---|----|---|-----|---------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|------|
| Hliníkové profily | mechanické hrubé poškození     | nevzhlednost                           | kontrola jednotlivých dílů před montáží | poškození při převozu         | převzetí na sklad     | 3 | 7  | 3 | 63  | proškolení zaměstnanců, vyčíslení škod-vizualizace, delegování zodpovědnosti    |  |  |  |  |  | Vach |
| Hliníkový roh     | odlišný odstín povrchu hliníku | nevzhlednost                           | vstupní kontrola                        | technologický postup          | vizuální, přípravek   | 2 | 7  | 8 | 112 | kontakt dodavatele a upravit technologii výroby, výstupní kontrola u dodavatele |  |  |  |  |  | Vach |
| Sestavený rám     | špatné spasování               | nevzhlednost<br><br>mechanická pevnost | kontrola rámu                           | špatné lepení, není přípravek | vizuální, přezkoušení | 3 | 10 | 8 | 240 | vyrobení přípravku, detailnější technologický postup, proškolení zaměstnanců    |  |  |  |  |  | Vach |

|                    |                       |                                                      |                         |                                      |                                   |   |    |   |     |                                                                                                                                                                                                                  |  |  |  |  |  |      |
|--------------------|-----------------------|------------------------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|---|----|---|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|------|
| Sestavený<br>rám   | špatné<br>spasování   | nevzhledno<br>st<br><br>mechanick<br>á pevnost       | kontrola<br>rámu a dílů | náběhy                               | vstupní<br>kontrola               | 1 | 10 | 9 | 90  | kontakt<br>dodavatele<br>a upravení<br>technologie<br>výroby,<br>výstupní<br>kontrola u<br>dodavatele<br>opatření                                                                                                |  |  |  |  |  | Vach |
| Základový<br>plech | zahřívání<br>LED diod | nefunkčnos<br>t<br><br>požár<br>snížená<br>životnost | návrh                   | nedostateč<br>né pasivní<br>chlazení | návrh,<br>ověření na<br>prototypu | 5 | 10 | 9 | 450 | další<br>perforace<br>na plechu,<br>termální<br>pasta po<br>celé ploše<br>LED slotu,<br>testy na<br>prototypu<br>případně<br>následné<br>úpravy<br>dodatečného<br>o pasivního<br>chlazení -<br>více<br>perforace |  |  |  |  |  | Vach |

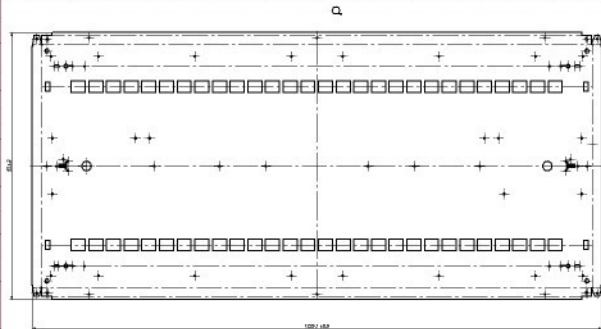
|                       |                                                                             |                                    |                                  |                                                                                              |                                                          |   |    |   |     |                                                                                                                          |  |  |  |  |  |      |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|---|----|---|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|------|
| Základový plech       | <p>nestálost odstínu barvy</p> <p>opadávání barvy tzv. pomerančová kůra</p> | <p>nevzhlednost</p> <p>korozie</p> | kontrola dílu na lakovací lince  | <p>volba barvy</p> <p>chem. reakce poměr odpadního materiálu</p> <p>technologický postup</p> | <p>vizuální, výstupní kontrola, přeměření tl. vrstvy</p> | 3 | 5  | 6 | 90  | <p>proškolení, finanční sankce při nedodržení technologického postupu, změna výrobce barvy, pravidelné čištění linky</p> |  |  |  |  |  | Vach |
| Elektronika a kabeláž | svítidlo nesvítilí                                                          | zranění člověka                    | ele. zkušebna, výstupní kontrola | vadná elektronika                                                                            | vstupní a výstupní kontrola, vizuální kontrola           | 4 | 10 | 3 | 120 | <p>sankce pro dodavatele, proškolení zaměstnanců, aktivní účast kontroly na montáži, vizualizace na pracovišti</p>       |  |  |  |  |  | Vach |

|               |                                   |                                                      |                                 |                                                                |                           |   |   |   |    |                                                                                         |  |  |  |  |  |      |
|---------------|-----------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------------------------------------|---------------------------|---|---|---|----|-----------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|------|
|               | svítidlo nereaguje na dig. příkaz | požár<br><br>ztráta primárních a sekundárních funkcí | náhrada škod                    | špatné vydrátování<br><br>nevhodná montáž<br><br>špatné schéma |                           |   |   |   |    |                                                                                         |  |  |  |  |  |      |
| Sestavený rám | nepřesné osazení plexi v rámu     | nevzhlednost                                         | kontrola rámu                   | špatné přilepení rámu                                          | vizuální                  | 1 | 7 | 8 | 56 | Proškolení a přípravek pro nanesení správné tl. vrstvy lepidla                          |  |  |  |  |  | Vach |
| Sestavený rám | rozměrová přesnost                | nespasování s ostatními díly                         | kontrola po děrování a ohrazení | vadné plechy<br><br>nevhodné programy CNC                      | vstupní kontrola.s systém | 3 | 9 | 2 | 54 | vstupní kontrola-<br>častější perioda kontrola.<br>proškolení obsluhy,po<br>užití měrek |  |  |  |  |  | Vach |

|         |                                |                                                            |                   |                                                              |                                 |   |    |   |     |                                                                                                                                   |  |  |  |  |  |      |
|---------|--------------------------------|------------------------------------------------------------|-------------------|--------------------------------------------------------------|---------------------------------|---|----|---|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|------|
| Rám     | rozlepení spoje                | mechanická stabilita<br><br>nevzhlednost<br><br>bezpečnost | kontrola rámu     | vhodnost lepidla<br><br>nedodržení technologického postupu   | vstupní, mechanická kontrola    | 2 | 10 | 9 | 180 | podrobný technologický postup, aktivní účast kontroly na pracovišti, dodržení technologické přestávky, dodržení teploty prostředí |  |  |  |  |  | Vach |
| Kabeláž | naštípnutá a přelomená kabeláž | nefunkčnost dílů<br><br>bezpečnost                         | výstupní kontrola | používání štípacích kleští<br><br>nedostatečný počet ranžírů | vizuální, výstupní el. zkoušky, | 5 | 10 | 2 | 100 | na prototypu se odzkouší, případně více ranžírů a periodická kontrola pracoviště                                                  |  |  |  |  |  | Vach |

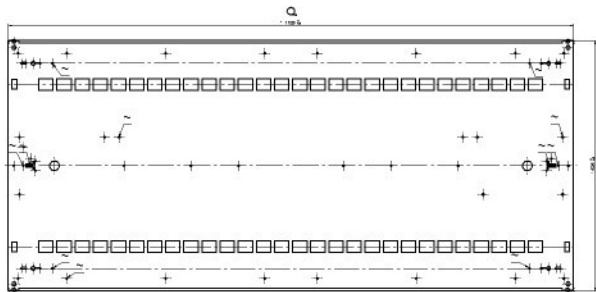
|          |                                                                                  |                                          |                                               |                                                                   |                                                            |   |    |   |     |                                                                                                                   |  |  |  |  |  |      |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|---|----|---|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|------|
|          |                                                                                  |                                          |                                               | nedodržení<br>pravidel<br>montáže                                 |                                                            |   |    |   |     |                                                                                                                   |  |  |  |  |  |      |
| Roh      | prasknutí                                                                        | mechanická<br>stabilita                  | vstupní<br>kontrola a<br>výstupní<br>kontrola | vadná<br>dodávka,<br>nevhodný<br>technologický<br>postup          | vstupní a<br>výstupní<br>kontrola,<br>vizuální<br>kontrola | 1 | 10 | 5 | 50  | kontakt<br>dodavatele<br>a upravení<br>technologie<br>výroby,<br>výstupní<br>kontrola u<br>dodavatele<br>opatření |  |  |  |  |  | Vach |
|          |                                                                                  | nevzhlednost                             |                                               |                                                                   |                                                            |   |    |   |     |                                                                                                                   |  |  |  |  |  |      |
| Svítidlo | znečištění<br>mřížky,<br>základového<br>plechu a<br>hliníkové<br>rámu s<br>plexi | mechanická<br>stabilita,<br>nevzhlednost | vstupní<br>kontrola a<br>výstupní<br>kontrola | technologická<br>nekažení                                         | vizuální<br>kontrola                                       | 6 | 7  | 6 | 252 | nutnost<br>rukavic při<br>manipulaci<br>,<br>neskladovat<br>rozpracované<br>díly, 5S,<br>proškolení<br>s ukázkou  |  |  |  |  |  | Vach |
| Svítidlo | znečištění<br>od lepidel                                                         | nevzhlednost                             | výstupní<br>kontrola                          | nedodržení<br>technologického<br>postupu,<br>pracovní<br>nekažení | vizuální<br>kontrola                                       | 1 | 9  | 5 | 45  | nutnost<br>rukavic při<br>manipulaci                                                                              |  |  |  |  |  | Vach |





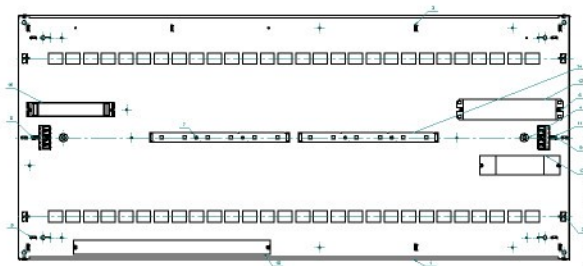
© 2000 ACQUIS - Tous droits réservés  
 Tous droits réservés  
 Tous droits réservés

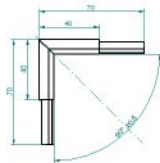
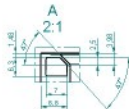
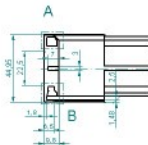
|        |      |
|--------|------|
| ACQUIS |      |
| PROJET | DATE |
| OBJET  | DATE |
| PROJET | DATE |
| OBJET  | DATE |
| PROJET | DATE |
| OBJET  | DATE |



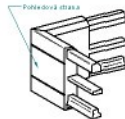
Знак «Земля» - обозначает место, где находится здание, и его размеры. Знак «Вода» - обозначает место, где находится водоем, и его размеры.

|            |            |            |             |
|------------|------------|------------|-------------|
| 1. Земля   | 2. Вода    | 3. Дорога  | 4. Рельеф   |
| 5. Рельеф  | 6. Дорога  | 7. Рельеф  | 8. Рельеф   |
| 9. Рельеф  | 10. Рельеф | 11. Рельеф | 12. Рельеф  |
| 13. Рельеф | 14. Рельеф | 15. Рельеф | 16. Рельеф  |
| 17. Рельеф | 18. Рельеф | 19. Рельеф | 20. Рельеф  |
| 21. Рельеф | 22. Рельеф | 23. Рельеф | 24. Рельеф  |
| 25. Рельеф | 26. Рельеф | 27. Рельеф | 28. Рельеф  |
| 29. Рельеф | 30. Рельеф | 31. Рельеф | 32. Рельеф  |
| 33. Рельеф | 34. Рельеф | 35. Рельеф | 36. Рельеф  |
| 37. Рельеф | 38. Рельеф | 39. Рельеф | 40. Рельеф  |
| 41. Рельеф | 42. Рельеф | 43. Рельеф | 44. Рельеф  |
| 45. Рельеф | 46. Рельеф | 47. Рельеф | 48. Рельеф  |
| 49. Рельеф | 50. Рельеф | 51. Рельеф | 52. Рельеф  |
| 53. Рельеф | 54. Рельеф | 55. Рельеф | 56. Рельеф  |
| 57. Рельеф | 58. Рельеф | 59. Рельеф | 60. Рельеф  |
| 61. Рельеф | 62. Рельеф | 63. Рельеф | 64. Рельеф  |
| 65. Рельеф | 66. Рельеф | 67. Рельеф | 68. Рельеф  |
| 69. Рельеф | 70. Рельеф | 71. Рельеф | 72. Рельеф  |
| 73. Рельеф | 74. Рельеф | 75. Рельеф | 76. Рельеф  |
| 77. Рельеф | 78. Рельеф | 79. Рельеф | 80. Рельеф  |
| 81. Рельеф | 82. Рельеф | 83. Рельеф | 84. Рельеф  |
| 85. Рельеф | 86. Рельеф | 87. Рельеф | 88. Рельеф  |
| 89. Рельеф | 90. Рельеф | 91. Рельеф | 92. Рельеф  |
| 93. Рельеф | 94. Рельеф | 95. Рельеф | 96. Рельеф  |
| 97. Рельеф | 98. Рельеф | 99. Рельеф | 100. Рельеф |

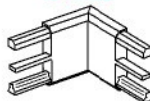
[illegible]



3D Pohled



3D Pohled



-Škrtky jsou přestopkové 2" a tloušťky 0.5 mm  
-převážně kdekoli, škrtky a zátky jsou pro potřeby firmy MODUS,  
škrtky pro potřeby výroby Hněvkova odlišné

| C     |               | R     |               | MODUS |               |
|-------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|
| Číslo | Název         | Číslo | Název         | Číslo | Název         |
| 001   | MODUS (A) 10  | 002   | MODUS (B) 10  | 003   | MODUS (C) 10  |
| 004   | MODUS (D) 10  | 005   | MODUS (E) 10  | 006   | MODUS (F) 10  |
| 007   | MODUS (G) 10  | 008   | MODUS (H) 10  | 009   | MODUS (I) 10  |
| 010   | MODUS (J) 10  | 011   | MODUS (K) 10  | 012   | MODUS (L) 10  |
| 013   | MODUS (M) 10  | 014   | MODUS (N) 10  | 015   | MODUS (O) 10  |
| 016   | MODUS (P) 10  | 017   | MODUS (Q) 10  | 018   | MODUS (R) 10  |
| 019   | MODUS (S) 10  | 020   | MODUS (T) 10  | 021   | MODUS (U) 10  |
| 022   | MODUS (V) 10  | 023   | MODUS (W) 10  | 024   | MODUS (X) 10  |
| 025   | MODUS (Y) 10  | 026   | MODUS (Z) 10  | 027   | MODUS (AA) 10 |
| 028   | MODUS (AB) 10 | 029   | MODUS (AC) 10 | 030   | MODUS (AD) 10 |
| 031   | MODUS (AE) 10 | 032   | MODUS (AF) 10 | 033   | MODUS (AG) 10 |
| 034   | MODUS (AH) 10 | 035   | MODUS (AI) 10 | 036   | MODUS (AJ) 10 |
| 037   | MODUS (AK) 10 | 038   | MODUS (AL) 10 | 039   | MODUS (AM) 10 |
| 040   | MODUS (AN) 10 | 041   | MODUS (AO) 10 | 042   | MODUS (AP) 10 |
| 043   | MODUS (AQ) 10 | 044   | MODUS (AR) 10 | 045   | MODUS (AS) 10 |
| 046   | MODUS (AT) 10 | 047   | MODUS (AU) 10 | 048   | MODUS (AV) 10 |
| 049   | MODUS (AW) 10 | 050   | MODUS (AX) 10 | 051   | MODUS (AY) 10 |
| 052   | MODUS (AZ) 10 | 053   | MODUS (BA) 10 | 054   | MODUS (BB) 10 |
| 055   | MODUS (BC) 10 | 056   | MODUS (BD) 10 | 057   | MODUS (BE) 10 |
| 058   | MODUS (BF) 10 | 059   | MODUS (BG) 10 | 060   | MODUS (BH) 10 |
| 061   | MODUS (BI) 10 | 062   | MODUS (BJ) 10 | 063   | MODUS (BK) 10 |
| 064   | MODUS (BL) 10 | 065   | MODUS (BM) 10 | 066   | MODUS (BN) 10 |
| 067   | MODUS (BO) 10 | 068   | MODUS (BP) 10 | 069   | MODUS (BQ) 10 |
| 070   | MODUS (BR) 10 | 071   | MODUS (BS) 10 | 072   | MODUS (BT) 10 |
| 073   | MODUS (BU) 10 | 074   | MODUS (BV) 10 | 075   | MODUS (BW) 10 |
| 076   | MODUS (BX) 10 | 077   | MODUS (BY) 10 | 078   | MODUS (BZ) 10 |
| 079   | MODUS (CA) 10 | 080   | MODUS (CB) 10 | 081   | MODUS (CC) 10 |
| 082   | MODUS (CD) 10 | 083   | MODUS (CE) 10 | 084   | MODUS (CF) 10 |
| 085   | MODUS (CG) 10 | 086   | MODUS (CH) 10 | 087   | MODUS (CI) 10 |
| 088   | MODUS (CJ) 10 | 089   | MODUS (CK) 10 | 090   | MODUS (CL) 10 |
| 091   | MODUS (CM) 10 | 092   | MODUS (CN) 10 | 093   | MODUS (CO) 10 |
| 094   | MODUS (CP) 10 | 095   | MODUS (CQ) 10 | 096   | MODUS (CR) 10 |
| 097   | MODUS (CS) 10 | 098   | MODUS (CT) 10 | 099   | MODUS (CU) 10 |
| 100   | MODUS (CV) 10 | 101   | MODUS (CW) 10 | 102   | MODUS (CX) 10 |
| 103   | MODUS (CY) 10 | 104   | MODUS (CZ) 10 | 105   | MODUS (CA) 10 |
| 106   | MODUS (CB) 10 | 107   | MODUS (CC) 10 | 108   | MODUS (CD) 10 |
| 109   | MODUS (CE) 10 | 110   | MODUS (CF) 10 | 111   | MODUS (CG) 10 |
| 112   | MODUS (CH) 10 | 113   | MODUS (CI) 10 | 114   | MODUS (CJ) 10 |
| 115   | MODUS (CK) 10 | 116   | MODUS (CL) 10 | 117   | MODUS (CM) 10 |
| 118   | MODUS (CN) 10 | 119   | MODUS (CO) 10 | 120   | MODUS (CP) 10 |
| 121   | MODUS (CQ) 10 | 122   | MODUS (CR) 10 | 123   | MODUS (CS) 10 |
| 124   | MODUS (CT) 10 | 125   | MODUS (CU) 10 | 126   | MODUS (CV) 10 |
| 127   | MODUS (CW) 10 | 128   | MODUS (CX) 10 | 129   | MODUS (CY) 10 |
| 130   | MODUS (CZ) 10 | 131   | MODUS (CA) 10 | 132   | MODUS (CB) 10 |
| 133   | MODUS (CC) 10 | 134   | MODUS (CD) 10 | 135   | MODUS (CE) 10 |
| 136   | MODUS (CF) 10 | 137   | MODUS (CG) 10 | 138   | MODUS (CH) 10 |
| 139   | MODUS (CI) 10 | 140   | MODUS (CJ) 10 | 141   | MODUS (CK) 10 |
| 142   | MODUS (CL) 10 | 143   | MODUS (CM) 10 | 144   | MODUS (CN) 10 |
| 145   | MODUS (CO) 10 | 146   | MODUS (CP) 10 | 147   | MODUS (CQ) 10 |
| 148   | MODUS (CR) 10 | 149   | MODUS (CS) 10 | 150   | MODUS (CT) 10 |
| 151   | MODUS (CU) 10 | 152   | MODUS (CV) 10 | 153   | MODUS (CW) 10 |
| 154   | MODUS (CX) 10 | 155   | MODUS (CY) 10 | 156   | MODUS (CZ) 10 |
| 157   | MODUS (CA) 10 | 158   | MODUS (CB) 10 | 159   | MODUS (CC) 10 |
| 160   | MODUS (CD) 10 | 161   | MODUS (CE) 10 | 162   | MODUS (CF) 10 |
| 163   | MODUS (CG) 10 | 164   | MODUS (CH) 10 | 165   | MODUS (CI) 10 |
| 166   | MODUS (CJ) 10 | 167   | MODUS (CK) 10 | 168   | MODUS (CL) 10 |
| 169   | MODUS (CM) 10 | 170   | MODUS (CN) 10 | 171   | MODUS (CO) 10 |
| 172   | MODUS (CP) 10 | 173   | MODUS (CQ) 10 | 174   | MODUS (CR) 10 |
| 175   | MODUS (CS) 10 | 176   | MODUS (CT) 10 | 177   | MODUS (CU) 10 |
| 178   | MODUS (CV) 10 | 179   | MODUS (CW) 10 | 180   | MODUS (CX) 10 |
| 181   | MODUS (CY) 10 | 182   | MODUS (CZ) 10 | 183   | MODUS (CA) 10 |
| 184   | MODUS (CB) 10 | 185   | MODUS (CC) 10 | 186   | MODUS (CD) 10 |
| 187   | MODUS (CE) 10 | 188   | MODUS (CF) 10 | 189   | MODUS (CG) 10 |
| 190   | MODUS (CH) 10 | 191   | MODUS (CI) 10 | 192   | MODUS (CJ) 10 |
| 193   | MODUS (CK) 10 | 194   | MODUS (CL) 10 | 195   | MODUS (CM) 10 |
| 196   | MODUS (CN) 10 | 197   | MODUS (CO) 10 | 198   | MODUS (CP) 10 |
| 199   | MODUS (CQ) 10 | 200   | MODUS (CR) 10 | 201   | MODUS (CS) 10 |
| 202   | MODUS (CT) 10 | 203   | MODUS (CU) 10 | 204   | MODUS (CV) 10 |
| 205   | MODUS (CW) 10 | 206   | MODUS (CX) 10 | 207   | MODUS (CY) 10 |
| 208   | MODUS (CZ) 10 | 209   | MODUS (CA) 10 | 210   | MODUS (CB) 10 |
| 211   | MODUS (CC) 10 | 212   | MODUS (CD) 10 | 213   | MODUS (CE) 10 |
| 214   | MODUS (CF) 10 | 215   | MODUS (CG) 10 | 216   | MODUS (CH) 10 |
| 217   | MODUS (CI) 10 | 218   | MODUS (CJ) 10 | 219   | MODUS (CK) 10 |
| 220   | MODUS (CL) 10 | 221   | MODUS (CM) 10 | 222   | MODUS (CN) 10 |
| 223   | MODUS (CO) 10 | 224   | MODUS (CP) 10 | 225   | MODUS (CQ) 10 |
| 226   | MODUS (CR) 10 | 227   | MODUS (CS) 10 | 228   | MODUS (CT) 10 |
| 229   | MODUS (CU) 10 | 230   | MODUS (CV) 10 | 231   | MODUS (CW) 10 |
| 232   | MODUS (CX) 10 | 233   | MODUS (CY) 10 | 234   | MODUS (CZ) 10 |
| 235   | MODUS (CA) 10 | 236   | MODUS (CB) 10 | 237   | MODUS (CC) 10 |
| 238   | MODUS (CD) 10 | 239   | MODUS (CE) 10 | 240   | MODUS (CF) 10 |
| 241   | MODUS (CG) 10 | 242   | MODUS (CH) 10 | 243   | MODUS (CI) 10 |
| 244   | MODUS (CJ) 10 | 245   | MODUS (CK) 10 | 246   | MODUS (CL) 10 |
| 247   | MODUS (CM) 10 | 248   | MODUS (CN) 10 | 249   | MODUS (CO) 10 |
| 250   | MODUS (CP) 10 | 251   | MODUS (CQ) 10 | 252   | MODUS (CR) 10 |
| 253   | MODUS (CS) 10 | 254   | MODUS (CT) 10 | 255   | MODUS (CU) 10 |
| 256   | MODUS (CV) 10 | 257   | MODUS (CW) 10 | 258   | MODUS (CX) 10 |
| 259   | MODUS (CY) 10 | 260   | MODUS (CZ) 10 | 261   | MODUS (CA) 10 |
| 262   | MODUS (CB) 10 | 263   | MODUS (CC) 10 | 264   | MODUS (CD) 10 |
| 265   | MODUS (CE) 10 | 266   | MODUS (CF) 10 | 267   | MODUS (CG) 10 |
| 268   | MODUS (CH) 10 | 269   | MODUS (CI) 10 | 270   | MODUS (CJ) 10 |
| 271   | MODUS (CK) 10 | 272   | MODUS (CL) 10 | 273   | MODUS (CM) 10 |
| 274   | MODUS (CN) 10 | 275   | MODUS (CO) 10 | 276   | MODUS (CP) 10 |
| 277   | MODUS (CQ) 10 | 278   | MODUS (CR) 10 | 279   | MODUS (CS) 10 |
| 280   | MODUS (CT) 10 | 281   | MODUS (CU) 10 | 282   | MODUS (CV) 10 |
| 283   | MODUS (CW) 10 | 284   | MODUS (CX) 10 | 285   | MODUS (CY) 10 |
| 286   | MODUS (CZ) 10 | 287   | MODUS (CA) 10 | 288   | MODUS (CB) 10 |
| 289   | MODUS (CC) 10 | 290   | MODUS (CD) 10 | 291   | MODUS (CE) 10 |
| 292   | MODUS (CF) 10 | 293   | MODUS (CG) 10 | 294   | MODUS (CH) 10 |
| 295   | MODUS (CI) 10 | 296   | MODUS (CJ) 10 | 297   | MODUS (CK) 10 |
| 298   | MODUS (CL) 10 | 299   | MODUS (CM) 10 | 300   | MODUS (CN) 10 |
| 301   | MODUS (CO) 10 | 302   | MODUS (CP) 10 | 303   | MODUS (CQ) 10 |
| 304   | MODUS (CR) 10 | 305   | MODUS (CS) 10 | 306   | MODUS (CT) 10 |
| 307   | MODUS (CU) 10 | 308   | MODUS (CV) 10 | 309   | MODUS (CW) 10 |
| 310   | MODUS (CX) 10 | 311   | MODUS (CY) 10 | 312   | MODUS (CZ) 10 |
| 313   | MODUS (CA) 10 | 314   | MODUS (CB) 10 | 315   | MODUS (CC) 10 |
| 316   | MODUS (CD) 10 | 317   | MODUS (CE) 10 | 318   | MODUS (CF) 10 |
| 319   | MODUS (CG) 10 | 320   | MODUS (CH) 10 | 321   | MODUS (CI) 10 |
| 322   | MODUS (CJ) 10 | 323   | MODUS (CK) 10 | 324   | MODUS (CL) 10 |
| 325   | MODUS (CM) 10 | 326   | MODUS (CN) 10 | 327   | MODUS (CO) 10 |
| 328   | MODUS (CP) 10 | 329   | MODUS (CQ) 10 | 330   | MODUS (CR) 10 |
| 331   | MODUS (CS) 10 | 332   | MODUS (CT) 10 | 333   | MODUS (CU) 10 |
| 334   | MODUS (CV) 10 | 335   | MODUS (CW) 10 | 336   | MODUS (CX) 10 |
| 337   | MODUS (CY) 10 | 338   | MODUS (CZ) 10 | 339   | MODUS (CA) 10 |
| 340   | MODUS (CB) 10 | 341   | MODUS (CC) 10 | 342   | MODUS (CD) 10 |
| 343   | MODUS (CE) 10 | 344   | MODUS (CF) 10 | 345   | MODUS (CG) 10 |
| 346   | MODUS (CH) 10 | 347   | MODUS (CI) 10 | 348   | MODUS (CJ) 10 |
| 349   | MODUS (CK) 10 | 350   | MODUS (CL) 10 | 351   | MODUS (CM) 10 |
| 352   | MODUS (CN) 10 | 353   | MODUS (CO) 10 | 354   | MODUS (CP) 10 |
| 355   | MODUS (CQ) 10 | 356   | MODUS (CR) 10 | 357   | MODUS (CS) 10 |
| 358   | MODUS (CT) 10 | 359   | MODUS (CU) 10 | 360   | MODUS (CV) 10 |
| 361   | MODUS (CW) 10 | 362   | MODUS (CX) 10 | 363   | MODUS (CY) 10 |
| 364   | MODUS (CZ) 10 | 365   | MODUS (CA) 10 | 366   | MODUS (CB) 10 |
| 367   | MODUS (CC) 10 | 368   | MODUS (CD) 10 | 369   | MODUS (CE) 10 |
| 370   | MODUS (CF) 10 | 371   | MODUS (CG) 10 | 372   | MODUS (CH) 10 |
| 373   | MODUS (CI) 10 | 374   | MODUS (CJ) 10 | 375   | MODUS (CK) 10 |
| 376   | MODUS (CL) 10 | 377   | MODUS (CM) 10 | 378   | MODUS (CN) 10 |
| 379   | MODUS (CO) 10 | 380   | MODUS (CP) 10 | 381   | MODUS (CQ) 10 |
| 382   | MODUS (CR) 10 | 383   | MODUS (CS) 10 | 384   | MODUS (CT) 10 |
| 385   | MODUS (CU) 10 | 386   | MODUS (CV) 10 | 387   | MODUS (CW) 10 |
| 388   | MODUS (CX) 10 | 389   | MODUS (CY) 10 | 390   | MODUS (CZ) 10 |
| 391   | MODUS (CA) 10 | 392   | MODUS (CB) 10 | 393   | MODUS (CC) 10 |
| 394   | MODUS (CD) 10 | 395   | MODUS (CE) 10 | 396   | MODUS (CF) 10 |
| 397   | MODUS (CG) 10 | 398   | MODUS (CH) 10 | 399   | MODUS (CI) 10 |
| 400   | MODUS (CJ) 10 | 401   | MODUS (CK) 10 | 402   | MODUS (CL) 10 |
| 403   | MODUS (CM) 10 | 404   | MODUS (CN) 10 | 405   | MODUS (CO) 10 |
| 406   | MODUS (CP) 10 | 407   | MODUS (CQ) 10 | 408   | MODUS (CR) 10 |
| 409   | MODUS (CS) 10 | 410   | MODUS (CT) 10 | 411   | MODUS (CU) 10 |
| 412   | MODUS (CV) 10 | 413   | MODUS (CW) 10 | 414   | MODUS (CX) 10 |
| 415   | MODUS (CY) 10 | 416   | MODUS (CZ) 10 | 417   | MODUS (CA) 10 |
| 418   | MODUS (CB) 10 | 419   | MODUS (CC) 10 | 420   | MODUS (CD) 10 |
| 421   | MODUS (CE) 10 | 422   | MODUS (CF) 10 | 423   | MODUS (CG) 10 |
| 424   | MODUS (CH) 10 | 425   | MODUS (CI) 10 | 426   | MODUS (CJ) 10 |
| 427   | MODUS (CK) 10 | 428   | MODUS (CL) 10 | 429   | MODUS (CM) 10 |
| 430   | MODUS (CN) 10 | 431   | MODUS (CO) 10 | 432   | MODUS (CP) 10 |
| 433   | MODUS (CQ) 10 | 434   | MODUS (CR) 10 | 435   | MODUS (CS) 10 |
| 436   | MODUS (CT) 10 | 437   | MODUS (CU) 10 | 438   | MODUS (CV) 10 |
| 439   | MODUS (CW) 10 | 440   | MODUS (CX) 10 | 441   | MODUS (CY) 10 |
| 442   | MODUS (CZ) 10 | 443   | MODUS (CA) 10 | 444   | MODUS (CB) 10 |
| 445   | MODUS (CC) 10 | 446   | MODUS (CD) 10 | 447   | MODUS (CE) 10 |
| 448   | MODUS (CF) 10 | 449   | MODUS (CG) 10 | 450   | MODUS (CH) 10 |
| 451   | MODUS (CI) 10 | 452   | MODUS (CJ) 10 | 453   | MODUS (CK) 10 |
| 454   | MODUS (CL) 10 | 455   | MODUS (CM) 10 | 456   | MODUS (CN) 10 |
| 457   | MODUS (CO) 10 | 458   | MODUS (CP) 10 | 459   | MODUS (CQ) 10 |
| 460   | MODUS (CR) 10 | 461   | MODUS (CS) 10 | 462   | MODUS (CT) 10 |
| 463   | MODUS (CU) 10 | 464   | MODUS (CV) 10 | 465   | MODUS (CW) 10 |
| 466   | MODUS (CX) 10 | 467   | MODUS (CY) 10 | 468   | MODUS (CZ) 10 |
| 469   | MODUS (CA) 10 | 470   | MODUS (CB) 10 | 471   | MODUS (CC) 10 |
| 472   | MODUS (CD) 10 | 473   | MODUS (CE) 10 | 474   | MODUS (CF) 10 |
| 475   | MODUS (CG) 10 | 476   | MODUS (CH) 10 | 477   | MODUS (CI) 10 |
| 478   | MODUS (CJ) 10 | 479   | MODUS (CK) 10 | 480   | MODUS (CL) 10 |
| 481   | MODUS (CM) 10 | 482   | MODUS (CN) 10 | 483   | MODUS (CO) 10 |
| 484   | MODUS (CP) 10 | 485   | MODUS (CQ) 10 | 486   | MODUS (CR) 10 |
| 487   | MODUS (CS) 10 | 488   | MODUS (CT) 10 | 489   | MODUS (CU) 10 |
| 490   | MODUS (CV) 10 | 491   | MODUS (CW) 10 | 492   | MODUS (CX) 10 |
| 493   | MODUS (CY) 10 |       |               |       |               |