

RIBBON



České vysoké učení technické v Praze, Fakulta architektury

Autor: **Kristian Rudenko**

Akademický rok / semestr: **2019/2020 / 6. Semestr**

Ústav číslo / název: **151 50 / Ústav průmyslového designu**

Téma bakalářské práce – český název: **Osvětlovadlo**

Téma bakalářské práce – anglický název: **Luminaire**

Jazyk práce: **Český**

Vedoucí práce: **prof. Akad. arch. JAN FIŠER**

Oponent práce: **Ing. Filip Vaněk, Jan Horák**

Klíčová slova (česká): Světlo, Svítidlo, Světelný design, Lampa, Lišta, Modul, Exteriér a Interiér, Veřejný

Anotace (česká):

Svítidlo Ribbon je moderní zdroj světla, který odpovídá na dnešní potřebu zdravého svícení a má nahradit běžně používané zářivky. Jeho modularita má umožnit široké spektrum použití ve veřejných a soukromých prostorech jak v interiéru, tak v exteriéru. Pevná a odolná konstrukce zaručí ekologický a nenákladný provoz. Minimalistické tvarování díky zakulaceným rohům nedráždí zrak a lépe se integruje do prostředí.

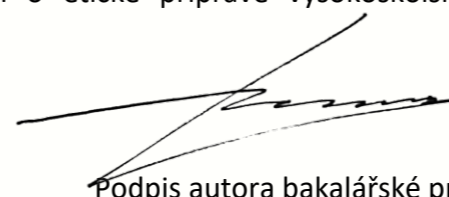
Anotace (anglická):

Ribbon luminaire is a modern light source, which reacts to today's need for healthy illumination and aims to replace traditionally used fluorescent tubes. Its modularity brings wide spectrum of uses to public and private spaces in interior as well as exterior. The solid and durable construction guarantees ecological and inexpensive operation. Minimalist shaping thanks to rounded corners does not irritate the eyes and integrates better into the environment.

Prohlášení autora

Prohlašuji, že jsem předloženou bakalářskou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s „Metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací.“

V Praze dne 22.05.2020



Podpis autora bakalářské práce

Tento dokument je nedílnou, povinnou součástí bakalářské práce i portfolia (titulní list)

České vysoké učení technické v Praze, Fakulta architektury

2/ ZADÁNÍ bakalářské práce

jméno a příjmení: KRISTIAN RUDENKO

datum narození: 5. 12. 1996

akademický rok / semestr: LS 2019/20

obor: DESIGN

ústav: 15150

vedoucí bakalářské práce: prof. akad. Arch Jan Fišer

téma bakalářské práce: osvětlovadlo

viz přihláška na BP

zadání bakalářské práce:

1/ popis zadání projektu a očekávaného cíle řešení

1. analýza zadání
2. sestavení podkladů
3. rešerše obdobných řešení
4. varianty řešení
5. realizace

6. koncový výstup

2/ popis závěrečného výsledku, výstupy a měřítka zpracování

- výkresová dokumentace
- portfolio A3 na souboru - 2ks
- 2ks CD
- plakát B1
- model 1:1 / prototyp

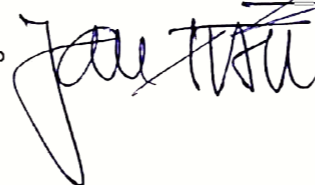
3/ seznam případných dalších dohodnutých částí BP

- průběh realizace - výroba, výroba ...

Datum a podpis studenta

3. 2. 2020

Datum a podpis vedoucího BP



registrováno studijním oddělením dne

5. 2. 2020

BAKALÁŘSKÁ
PRÁCE

RIBBON
LIŠTOVÉ LED SVÍTIDLO

AUTOR | KRISTIAN RUDENKO
TÉMA | OSVĚTLOVADLO
ATELIÉR | FIŠER/NEZPĚVÁKOVÁ
VEDOUCÍ PRÁCE | PROF. AKAD. ARCH. JAN FIŠER
SEMESTR 6 | ŠKOLNÍ ROK 2019/2020
ÚSTAV PRŮMYSLOVÉHO DESIGNU | FA ČVUT

OBSAH

ANOTACE	6
ÚVOD	7
ANALÝZA	8
REŠERŠE	21
VÝSTUP Z REŠERŠE	26
INSPIRACE	28
VIZE	29
SKICI	30
TECHNICKÝ VÝKRES	34
VÝROBA	38
VÝSLEDNÝ NÁVRH	50
VARIANTY MODULACE	56
ZÁVĚR	60
PODĚKOVÁNÍ	61
ZDROJE	62

ANOTACE

Svítidlo Ribbon je moderní zdroj světla, který odpovídá na dnešní potřebu zdravého svícení a má nahradit běžně používané zářivky. Jeho modularita má umožnit široké spektrum použití ve veřejných a soukromých prostorech jak v interiéru, tak v exteriéru. Pevná a odolná konstrukce zaručí ekologický a nenákladný provoz. Minimalistické tvarování díky zakulaceným rohům nedráždí zrak a lépe se integruje do prostředí.

Ribbon luminaire is a modern light source, which reacts to today's need for healthy illumination and aims to replace traditionally used fluorescent tubes. Its modularity brings wide spectrum of uses to public and private spaces in interior as well as exterior. The solid and durable construction guarantees ecological and inexpensive operation. Minimalist shaping thanks to rounded corners does not irritate the eyes and integrates better into the environment.

ÚVOD

Světlo.

Neodmyslitelná součást našeho života.

Provází nás všude tam, kam se vydáme.

Doma. Na cestách. Na výletu do jeskyní...

Bez něj prostě nevidíme.

Od počátku času máme nad hlavou slunce.

Naše životy jsou s ním hluboce spjaty.

Poslední dobou se ale zavíráme mezi čtyřmi stěnami a schováváme se před ním. Buď už to kvůli práci, škole, nebo strachem před tím co je venku (viz pandemie 2020).

Místo slunce máme alternativní zdroje světla. Každý z nich byl revolučním ve své době, ale měl své mínusy.

Podnětů pro motivaci vytvořit osvětlovadlo bylo hned několik.

Hlavní příčinou bylo to, že poslední dobou zažívám pocit jakoby se pomalu začalo zapomínat na to, že svítidla jsou stvořena proto abychom osvětili nějaké prostory a nejen navodili atmosféru. Vzniká z toho absence výkonných zdrojů světla rozumných parametrů.

Když vejde do metra, obchodu, nemocnice, foyer..

Prakticky kamkoliv, kde se pohybují lidé a je potřeba hodně svítit, vítá nás mdlá záře trubicových zářivek. To bylo dalším podnětem pro mě s tím něco udělat. Doma si čím dál víc svítíme kvalitně a zdravě chytrým osvětlením typu Philips Hue nebo Yeelight, které používá LED technologii. Tak proč nepřijít s lepším světlem do veřejných prostor?

Chtěl jsem vytvořit obyčejný, co nejjednodušší zdroj světla. Bez přidané hodnoty "chytrého" typu. A to tak, aby s tím šlo pokrýt stropy metra, zdi chodeb a podlahy hlavních vstupů. To vše a nejen.



ANALÝZA

Nejprve si pojdme projít historii osvětlení a ukázat si nějaké rozdíly. Poté si říct co je pro nás jako lidstvo nejlepší. A uzavřít to dnešními příklady a výrobci.

TROCHA HISTORIE

Slunce. Základní bod života na Zemi. S ním budeme srovnávat lidské zdroje světla. Od síly záře po spektrální analýzu.

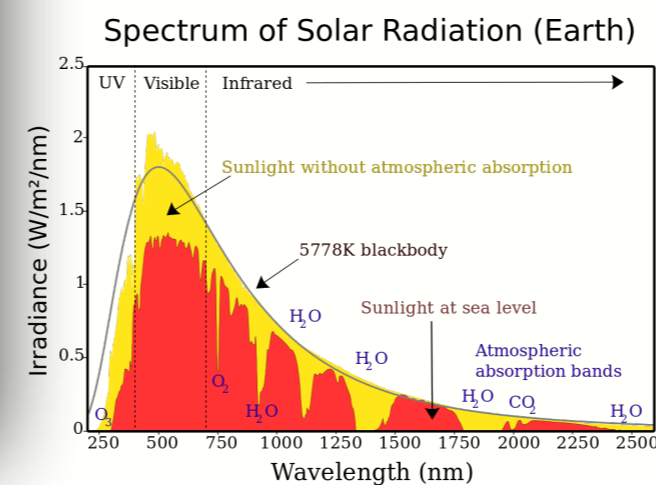
Jeho vliv na člověka je značný. Lidské oko nejen vnímá barvy, ale také se účastní procesu tvorby vitamínů a hormonů. Hlavně tedy melatoninu, hormonu spánku. Ten ovlivňuje náš cirkadiánní rytmus.¹ Za to zodpovídá modrá složka viditelného spektra. Vystavení se vysokým hodnotám ve večerních hodinách může narušit spánek. Dlouhodobě to má negativní vliv na zdraví. Hranice pro ovlivnění je minimálně 80 Luxů. Bez této složky jsme ale také bezmocní. Zhoršuje se pozornost, cítíme se unavení, snižuje se sexuální aktivita. A o to horší je to v zimním období, kdy mnozí trpí tzv. Seasonal Affective Disorder (SAD), neboli zimní depresí. Je to způsobené nedostatkem denního světla. Existují terapie a terapeutická světla, která vám svítí do očí kolem 10 000 Luxů při teplotě chromatičnosti 6500 K. Kromě toho je dokázáno, že u dětí, kteří jsou málo vystavení dennímu světlu se rozvíjí Astigmatismus, neboli blízkozrakost.²

Ještě nedávno, doslova minulý rok, se veřejnost setkala s obrovskou kampaní proti modrému světlu. Přisuzovala se mu obezita, rychlé stárnutí a celkově horší vliv než škodlivé UVB a UVC, UV složky schopné způsobit rakovinu. Po mnohých nezávislých studiích tato tvrzení byla vyvrácena. To ovšem neznamená, že se musíme vystavovat vysokým hodnotám po celý den. Je známo, že lidé pracující v nočních směnách mají horší zdraví. Musíme to brát s rozumem a kontrolou. Doma a v kancelářích si přes den svítit teplotou chromatičnosti 4000-5000 K, a večer kolem 1800-2700 K. Na veřejných prostranstvích se usadit mezi 2700-3000 K. A v místech, kde je třeba zvýšená pozornost a kognitivní funkce mezi 4000-6500 K.

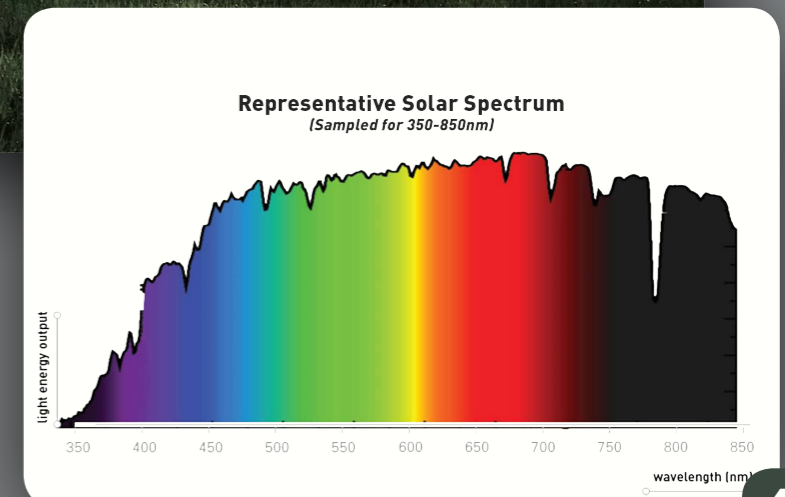
Sluneční světlo, které po průchodu atmosférou dopadne na zem dosahuje intenzity až 100 000 Luxů. Na obrázcích 3 a 4 vidíme z čeho se sluneční světlo skládá. Když vezmeme v potaz intenzitu, tak si můžeme udělat obrázek o následujících příkladech.³



2



3



4

ÉRA PŘED INDUSTRIALIZACÍ

5

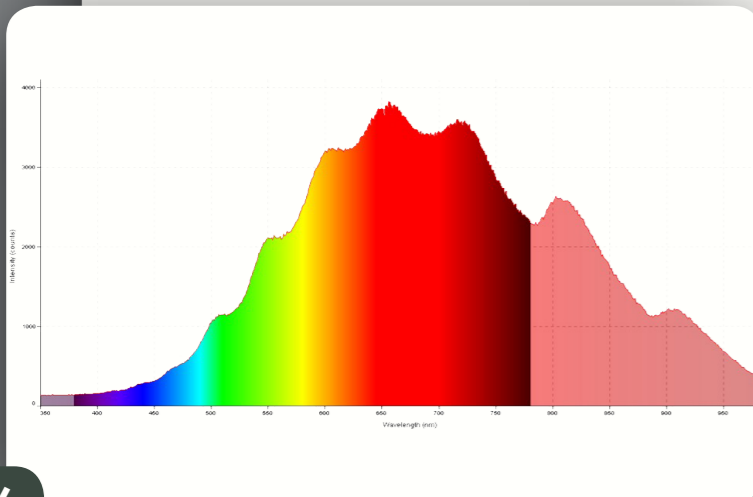


Vznik nočního venkovního osvětlení se datuje již od antiky, později technologii převzal islámský stát a více méně zůstala stejná i skrze středověk. První zmínky tedy pochází z Antiochie ze 4. století našeho letopočtu. Dále je zaznamenáno použití v Córdobašském chalífátu v 9. století. Využívaly se přitom svíce, mísy či kádě s olejem a pochodně. Osvětlení často zajišťovali tak zvaní "link-boys", kteří měli za úkol nosit cestujícím pochodně. Ještě před vznikem žárovky se svícení svíčkami zdokonalovalo. V roce 1524 bylo obyvatelům Paříže nařazeno dávat v noci svíčky na okna koukající do ulice. Později po vynalezení lucerny se skleněnými okénky je instalovala pařížská policie v roce 1594 v každé městské části. Tisíce těchto luceren byly zavěšeny do roku 1729 nad ulicemi Paříže.

Až v roce 1745 je začaly střídat nově uvedené olejové lucerny na stožárech. Ty v roce 1817 čítaly 4694 kusů. Paralelně s Paříží holanďan Jan van der Heijden vytváří vlastní návrh olejové lampy, která se instaluje po celém Amsterdamu roku 1668 a využívá se až do roku 1840. Heijdenův návrh pronikl i do světa.

Nějakou dobu se též těšili popularitou petrolejové lampy, ty byly ale záhy vystřídány ještě lepším zdrojem.⁴

Na obrázku 6 je znázorněno spektrum plamene. Intenzita svítu je závislá na délce knotu a oleji, obecně se ale bere, že 2cm knotu svítí intenzitou kolem 8,13 lumenů/steradián.⁵



6

PLYNOVÉ LAMPY

Doba industrializace.

Počátkem 19. století se začaly objevovat plynové lampy vynalezené Williamem Murdochem dle poznatků Stephena Halese, který jako první přišel na vlastnosti "uhelného plynu" vznikajícího destilací uhlí. Tyto lampy se rychle rozšířily po světě. Mezi roky 1817 a 1829 byly v Paříži osvětleny hlavní třídy těmito novými svítidly. Jejich jasnost a čistota barvy dala městu přezdívku "Město světla". V Londýně se o plynové osvětlení zasloužil Frederick Albert Winsor roku 1807, o pět let později zde vznikla první ve světě plynová společnost.

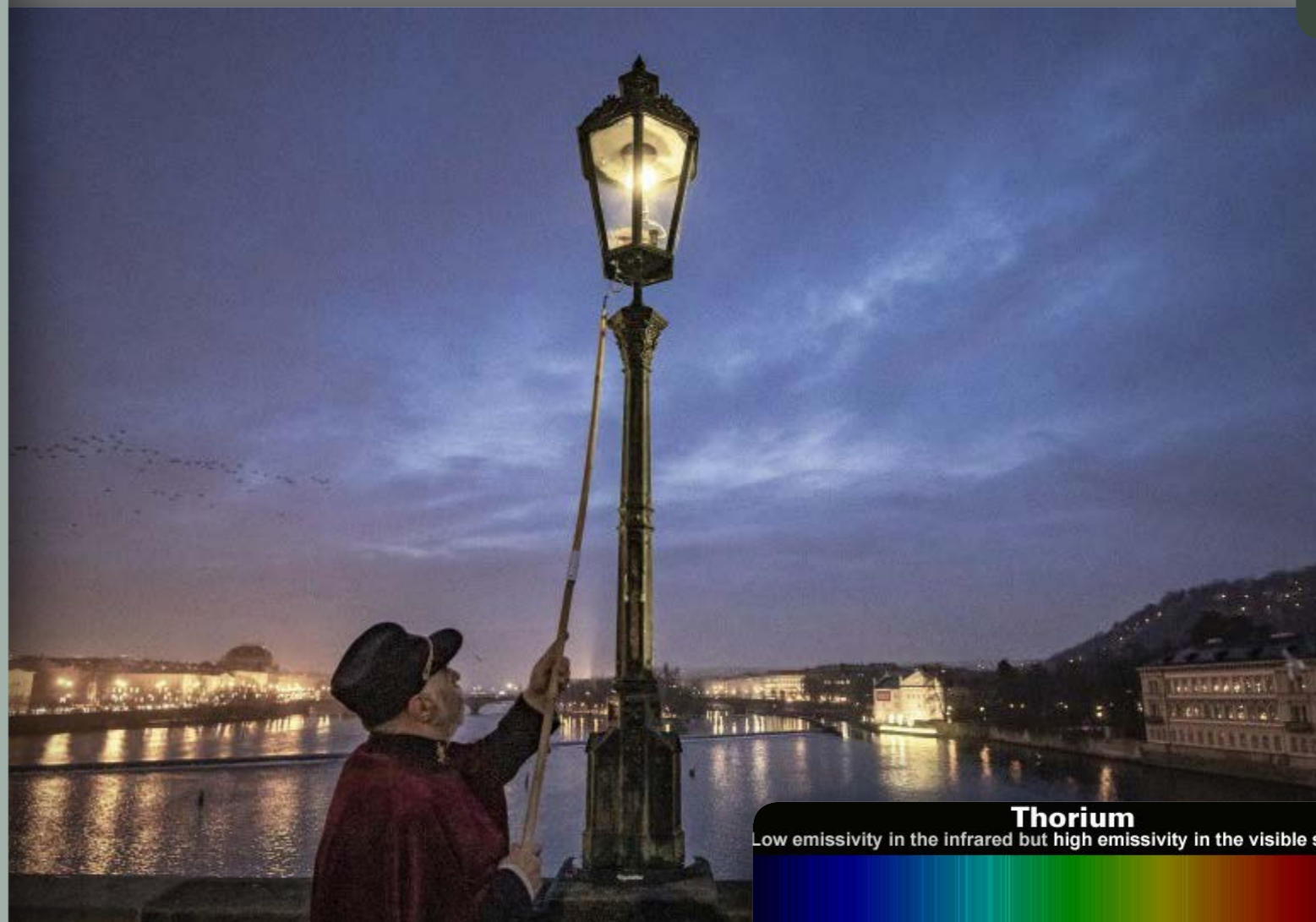
Prvním americkým městem osvětleným plynem byl Baltimore.

V Česku - Brno roku 1846, byla zde zřízena i místní plynárna. Plynové lampy těch dob rozsvěcoval a zhasínal lampář.

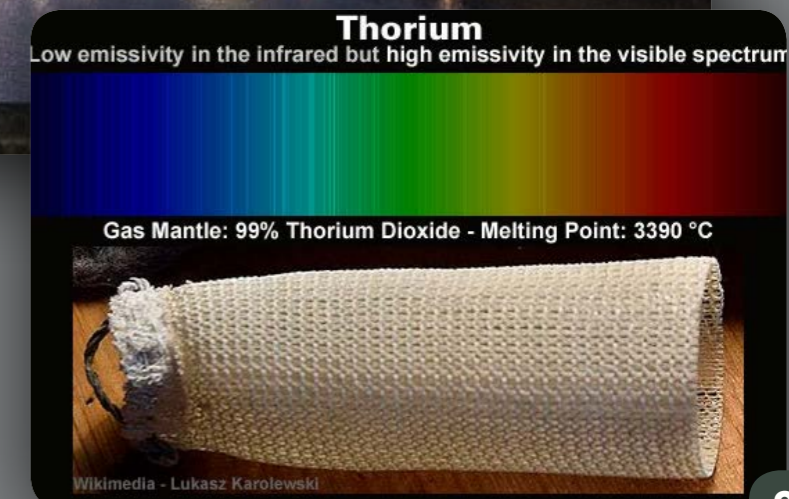
Ani v době, kdy již byly do ulic zaváděny obloukové lampy, se plynáři nevzdávali. V roce 1882 plynárna v Hannoveru při příležitosti sjezdu plynárenských a vodárenských odborníků instalovala nové Siemensovy regenerativní hořáky v Palmgarten. V jiné části města již bylo instalováno osm Křížkových obloukovek. Podle soudobého tisku dopadlo srovnání pro obloukové lampy dobře.

Používaly se také lihové lampy, příkladem je západočeské město Plasy, kde roku 1906 byla zahájena výstavba veřejného osvětlení tohoto typu, které po roce 1920 bylo postupně nahrazováno elektrickým.

Ve 21. století se z důvodu posílení historické a romantické atmosféry obnovuje nebo udržuje plynové osvětlení v historických částech Londýna, Štrasburku, Dublinu i Prahy. Renovované plynové lampy se již rozsvěcejí samočinně bez zásahu lampáře.⁶



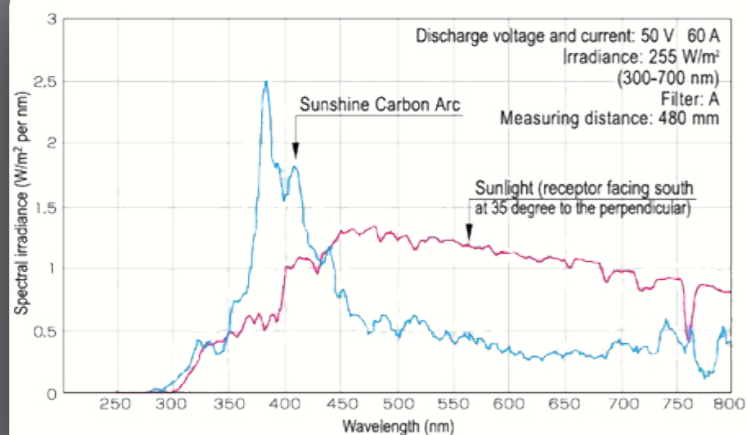
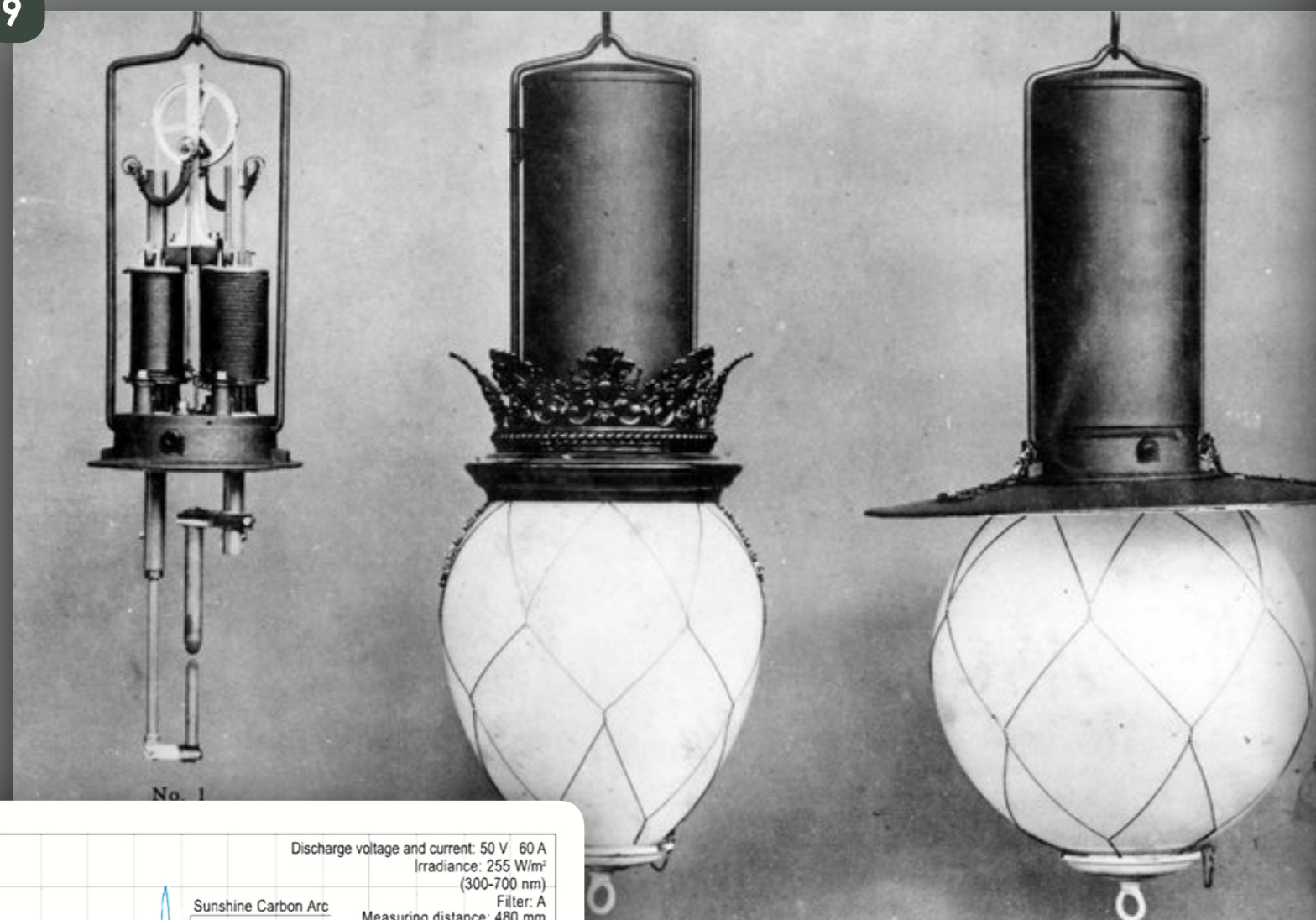
7



8

OBLOUKOVÉ LAMPY — POČÁTKY ELEKTRIFIKACE

9



10

Poté, co Pavel Nikolajevič Jabločkov vynalezl a František Křížík zdokonalil obloukovou lampu, elektrické osvětlení rychle vytlačovalo plynové. Takzvaná Jabločkovova neboli ruská svíčka měla udělen patent roku 1876. V roce 1878 ji Jabločkov předvedl na Světové výstavě v Paříži, téhož roku si svou první inovaci nechal patentovat Křížík. V Paříži byla založena zvláštní společnost Societé générale d'Electricité, Procédes Jablochkoff k zužitkování vynálezu Jabločkova a elektrickým osvětlením osvětlila pařížskou avenue de l'Opera, zatímco rovnoběžná Rue du 4. Septembre byla pro srovnání osvětlena plynem. Vyhodnocení ekonomie provozu ukázalo, že elektrické osvětlení bylo asi 6× dražší než osvětlení plynové. Když chtěl Jabločkov získat obloukové lampy pro osvětlování v Rusku, musel celou společnost odkoupit zpět za jeden milion franků.

Obloukové lampy zaostávaly za plynem i ve své životnosti. Elektrický oblouk totiž vznikl mezi dvěma uhlíkovými tyčkami, které se rychle spotřebovaly. Byly též velmi hlučné a běžely na vysokém napětí v sériích tyčinek. Vydávaly silné, oslňující a neefektivní světlo s UV-A složkou intenzivnější než sluneční, jak je tomu důkazem na obr. 10, přitom jejich údržba byla náročná.

Pro Jubilejní zemskou výstavu v Praze roku 1891 použil Křížík 226 obloukovek a více než 1400 žárovek. Do té doby už jeho závody vyrobily asi 29 000 žárovek a přes 1400 obloukovek. Ty se podle jeho patentů vyráběly i v dalších zemích, mimo jiné v USA, Anglii, Německu, Španělsku, Francii, Rusku i jinde.

Design těchto lamp vyžadoval, aby byly zavěšené ze stožáru. Začaly se zde objevovat reflektory, které měly nasměrovat co nejvíce světla dolu na ulici. Používalo se opálové sklo v několika vrstvách, aby zamezilo přílišnému oslnění chodců. Oproti všem předchozím druhům světel vidíme jistou technickou sofistikovanost, již tento typ obloukového osvětlení vyžadoval. Už nešlo o to jen nasvítit ulici, ale osvětlit.⁷

ŽÁROVKOVÉ OSVĚTLENÍ — MODERNÍ SVÍCENÍ

První na světě ulicí osvětlenou žárovkou se stala ulice Mosley v Newcastleu 4. února 1879. Joseph Swan tu na jednu noc rozsvítil svou žárovku z celulóžového vlákna, kterou Edison později zdokonalil.

V roce 1888 Tamworth v Austrálii se stal prvním městem na jižní polokouli, které mělo permanentně osvětlenou většinu ulic pomocí elektrického osvětlení 52 žárovkovými lampami, za což si město tenkrát zasloužilo titul "First City of Light".⁸

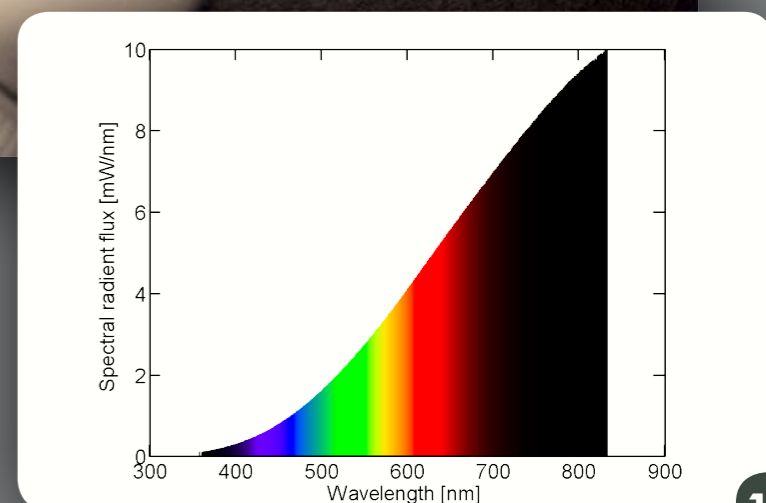
V roce 1909 si General Electric nechalo zaregistrovat žárovky s wolframovým vláknem pod obchodním názvem Mazda. Registrovalo též standardizované rozměry podnoží a objímek a tyto licence pak propůjčila jiným velkým firmám, například Toshiba, BTH a Westinghouse. Tyto žárovky se vyznačovaly delší životností a menší spotřebou oproti žárovkám s uhlíkovým jádrem.

Rané závěsné pouliční lampy s žárovkami typu Mazda byly velice podobné svým obloukovým předchůdcům.

Wolframové a halogenové žárovky vydávají velmi příjemné, hřejivé spektrum díky němuž se stále těší oblibě. Bohužel se poslední dobou přestávají vyrábět pro domácí použití díky své neefektivitě a vysokým provozním teplotám a s tím spojenou nízkou životností. Běžné žárovky totiž dosahují efektivity 14lm/W. Halogeny jsou na tom o něco lépe s efektivitou kolem 20lm/W. 35lm/W dosahují vysokovýkonové studiové a projektorové lampy.



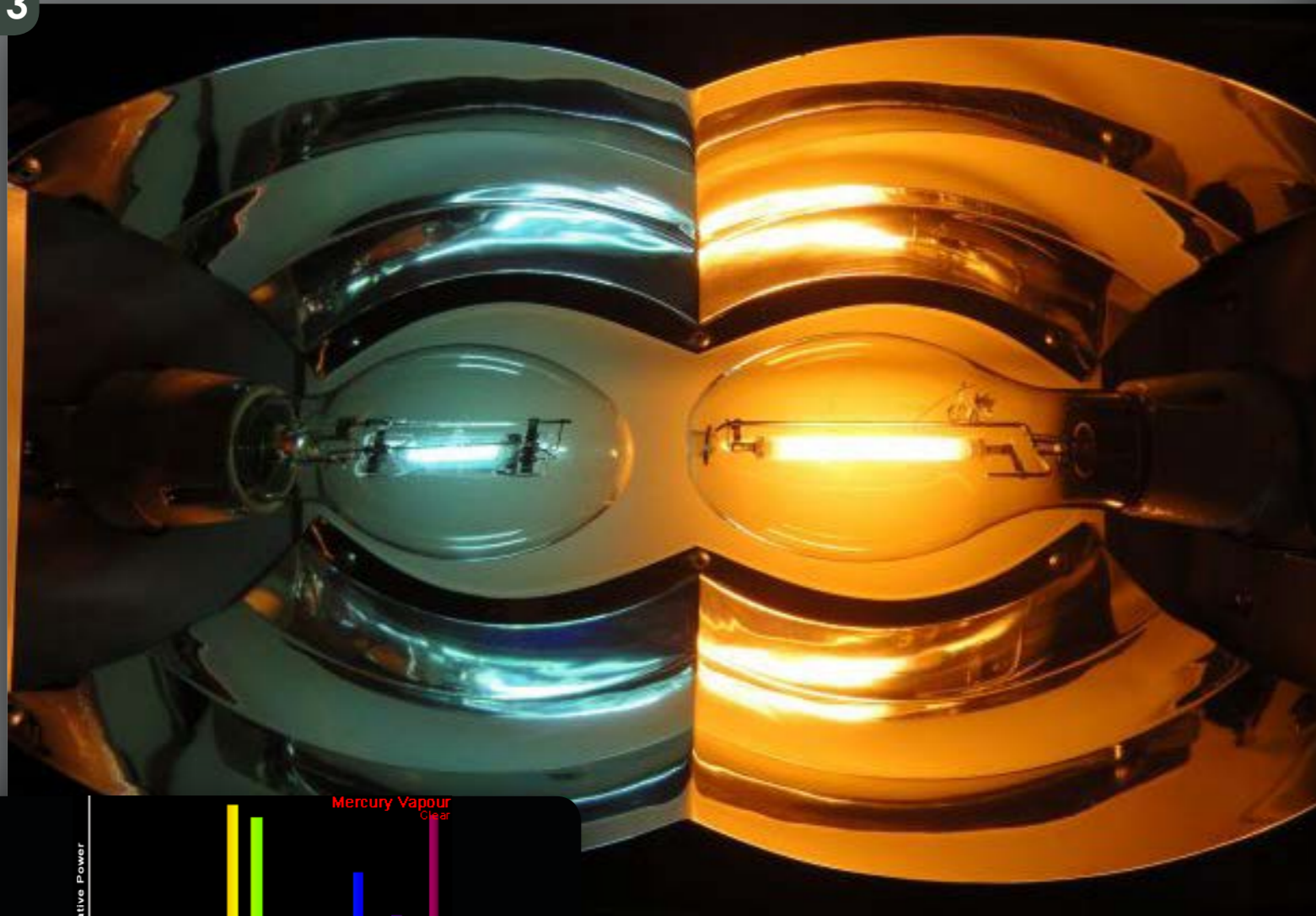
11



12

SVÍCENÍ INERTNÍMI PLYNY

13

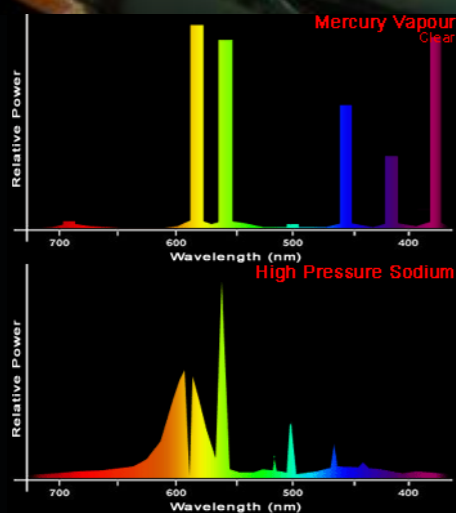


V raných letech 20. století vynálezci a designéři začali s pokusy o lampy využívající stlačený inertní plyn, jímž prochází oblouk podobně jako u obloukovek. Rtuťový plyn vydával srovnatelně jasnější světlo při menší spotřebě, bylo však zbarvené do zelena a bylo prakticky monochromatické.

Využít tento nový zdroj světla v stávajících svítilnách ale nebylo možné, jelikož na to nebyly tvarovány a docházelo k tomu, že samotná trubice pohlcovala odražené světlo. V roce 1946 Kurt Franck navrhuje vejčitý refraktor a o 3 roky později Charles Rex navrhuje celé svítidlo využívající jeho refraktor a 400 W rtuťovou výbojku pro General Electric. Tato lampa, která se pak prodávala pod názvem "Form 109", dokázala vyvinout svítivost nevídaných 23 000 lumenů a při správném výškovém osazení osvětlit podélně velmi široký úsek ulice.⁹

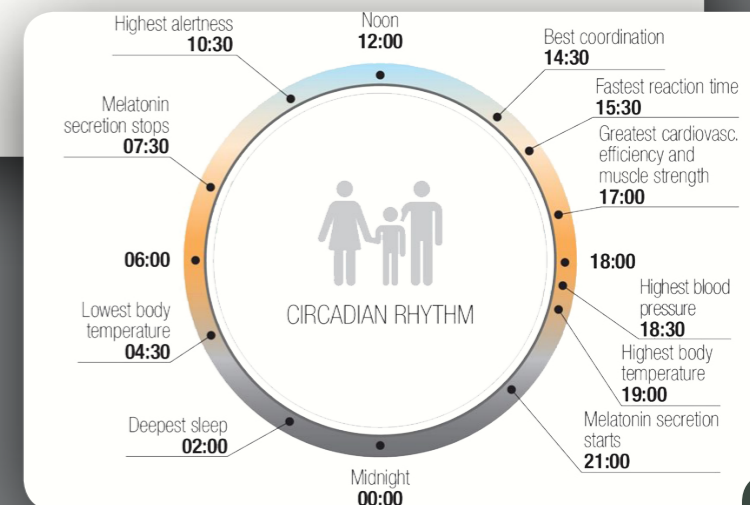
V letech 50-60 se těšily popularitou fluorescenční světla, vydávající daleko příjemnější spektrum bílého neoslnivého světla a zobrazující barvy lépe. Nesnesly se ale s teplotními změnami, kdy v zimě při nízké teplotě svítily málo a v letním horku selhávaly komponenty. Proto našly větší uplatnění v interiérech a dodnes jsou velmi hojně využívány.

Co vyhrálo, a dodnes stále drží svou pozici i vůči nejnovějším LED, jsou sodíkové výbojky. A to konkrétně vysokotlaké sodíkové lampy. Oproti nízkotlakým mají širší spektrum, ne pouze jednu vlnovou délku jantarově zbarveného světla. Mají nižší spotřebu oproti svým zeleným protějškům a způsobují menší světelné znečištění. Disponují poměrně dlouhou životností a neblednou, ulice mají tedy homogenní zbarvení. Znevýhodňuje je zhoršená viditelnost a reakce člověka (je známo, že člověk je lépe schopen reagovat rychle za bílého světla), na silnicích to znamená až 25% pozdější reakci na brzdění. Nenarušují však cirkadiánní rytmus.^{10,11}



14

V současné době začínají města po dlouhých debatách přecházet na LED osvětlení. Tématem debat bylo spektrum a cena tohoto nového zdroje. LED diody vyzařují jasné bodové světlo čistě bílé, teplé bílé, či studené bílé a všechny mají velmi dobrý color rendering. Současně s tím i v poslední době debatovanou modrou složku, která zřejmě škodí našemu cirkadiánnímu rytmu. Pomalu se ale ujíždíme, že dopad není znatelný a že spíše jde o zvyk a barvu, která je pro naše oči v noci příjemnější. Nejzajímavější se jeví teplota spektra 2700 K. LED osvětlení dovoluje značně kompaktnější design a velké možnosti šíření, rozptýlení, řízení a v neposlední řadě estetické vnímání. Pro usměrnění světla z bodové diody používáme převážně čočky a reflektory. Do hry též vstupují optické folie a chytré materiály. Čočky jsou schopny velmi kvalitně rozložit světlo po správné křivce na zemi, jsou ale drahé a často nedokáží odbourat oslnění. Dnešní reflektory pro LED už zdaleka nepřipomínají ty, které rozptylovaly výbojku. Jsou malé, lehké a vyrábí se z plechů, které mají parametricky navržené povrchy pro požadovaný rozptyl a směr. Známým výrobcem je Alanod, který neustále zdokonaluje technologii.¹²



Nyní si pojďme úzce srovnat Trubicové Zářivky a moderní LED čipy.

ZÁŘIVKY

Zářivky jsou s námi již od roku 1940. Jejich design, účinnost a složení luminoforu se postupem času měnily, obecně ale zůstává, že je to povlakovaná fosforem skleněná trubice plněná Argonem a Rtuť v níž probíhá ionizace plynu mezi dvěma elektrodami.¹³

Tak jaké jsou výhody?

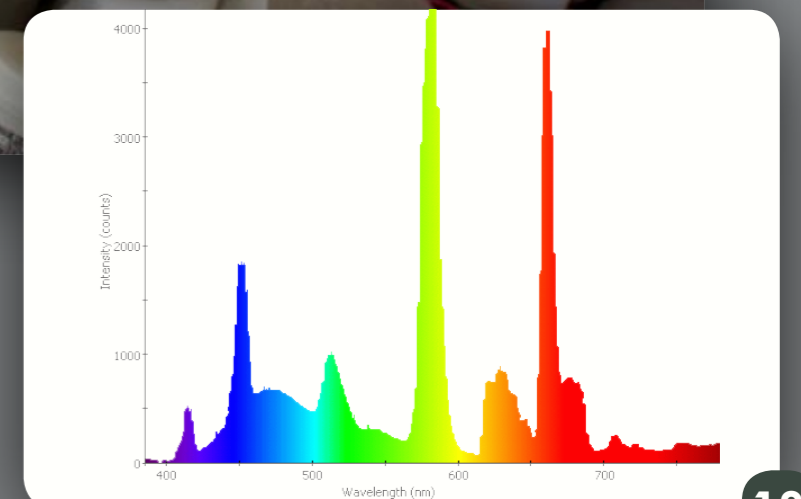
Především ve srovnání s klasickými žárovkami mají vyšší životnost, ale pořadí nižší než u LED světelných zdrojů. Mají poměrně vyšší energetickou účinnost 45 - 60 lm/W. Zahřívají se podstatně méně než žárovky. A hlavně dle luminoforu lze výsledné světlo generovat od UV spektra až po viditelné a to v různých modifikacích (teplé, studené, denní a barevné).

Mají ale své nevýhody a o to jsou v dnešní době znatelnější.

Jas zářivek nelze plynule regulovat. Jsou konstrukčně složitější, a vyžadují předřadník. Jsou ekologicky závadné, jelikož obsahují rtuť a toxický luminofor, proto se s vyřazenými kusy musí ekologicky nakládat jako s nebezpečným odpadem. Některé zářivky mají úzkospektrální vyzařování světla, jak je vidět na obrázku 18, jde o ostré špičky v určitých vlnových délkách. To má za následek nesprávné zobrazování barev a únavu očí. Též blikají dvojnásobnou frekvencí elektrorozvodné sítě, proto je jejich použití omezené tam, kde se vyskytují rychle rotující předměty, zejména se to týká dílen s obráběcími stroji. Vlivem vzniklého stroboskopického jevu se totiž rotující předmět osvětlený přerušovaným světlem může jevit jako stojící. Levnější zářivky emitují UV záření, které může při dlouhodobé expozici nenávratně poškodit zrak.¹⁴



17



18

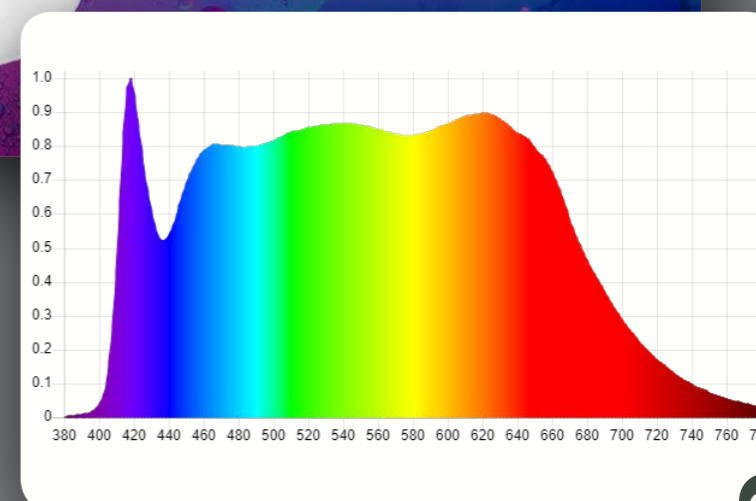
Jak se tedy staví proti LED?

LED

Jejich historie nesahá tak daleko a stále je co zlepšovat. Avšak za posledních několik let prošly obrovskými změnami. Od první červené luminiscenční diody o velmi nízké svítivosti, kterou v roce 1962 na trh uvedl Američan Nick Holonyak. Přes první světelné diody se světelnou účinností 100 lumenů na jeden watt vyrobené roku 2006, kdy takovou hodnotu překonávaly pouze plynové výbojky.¹⁵ Až po rok 2014, kdy společnost Cree prolomila teoreticky možnou hodnotu 300 lm/W¹⁶. Nyní jsou na trhu běžně dostupné čipy s efektivitami 200 lm/W a jejich cena a množství umožňují obrovskou variabilitu. To ale není jediná výhoda. Mohou vyzářit světlo v přesně požadovaném spektru bez použití filtrů a dokážou dosahovat až 99 CRI¹⁷ (Index Podání Barev), což je blíž slunečnímu spektru než jakýkoliv jiný zdroj, a proto o to lépe vidíme barvy. Jejich pouzdro může být navrženo k soustředění či rozptýlení světla oproti žárovkám a zářivkám potřebujícím k soustředění světla vnější optickou soustavu. V zařízeních, kde potřebujeme funkci „stmívání“, nemění svou barvu při snížení napájecího proudu, na rozdíl od žárovek, které při snížení napájení vydávají žlutější světlo. Jsou odolné vůči nárazům, vibracím a chladu. Jsou ideální na použití v zařízeních, kde dochází k častému vypínání a zapínání a doba rozsvícení je v řádech milisekund. Mají extrémně dlouhou životnost. Jeden z výrobců vypočítal odhadovanou dobu životnosti jejich LED mezi 100 000 a 1 000 000 hodin. U zářivek je obvyklý údaj 8 000 – 12 000 hodin a u typických žárovek 1 000 – 2 000 hodin. Různorodost LED zdrojů je jejich velkou výhodou, díky které je lze instalovat a využívat skutečně velmi široce. Neobsahují rtuť.¹⁸ Nesou s sebou však i některé nevýhody, které z výhod vyplývají. Jejich intenzita je tak vysoká na poměrně malý footprint, že mohou nést i nebezpečí pro zrak a jsou velmi oslnivé. Pro zmírnění se musí používat difuzní optika. Musí být též napájeny proudem správné polarizace a hodnoty, a tato elektronika selhává častěji než samotné diody, kdy příčinou jejich selhání je postupný úbytek jasu.¹⁹



19



20

ÚSUDEK

Po této analýze jsem se usadil na ve všech ohledech lepším zdroji světla - LED. Zvolil jsem si čipy od Samsungu pro svítidla s teplotou chromatičnosti 4000K a 2700K a na čípech Cree pro teplotu 2200K.

Usoudil jsem, že veřejná prostranství nepotřebují biodynamiku, vzhledem k tomu, že je na nich potřeba jistá pozornost.

REŠERŠE

Chtěl jsem vytvořit co nejminimalističtější a tvarově co nejjednodušší světelný objekt. K tomu mi posloužil studium již existujících řešení.

TRUBICOVÉ ZÁŘIVKY

21



Jako vzor jsem si vzal Fluorescenční trubice. Jsou k vidění všude. Jsou jako bílé tričko.

Jejich design je velmi jednoduchý a minimální. Jde o podlouhlou trubici, která svítí jemně rozptýleným světlem všemi směry. Většinou se ale používá jako světlo, které má svítit jedním směrem, například ze stropu, což snižuje efektivitu a není tedy opodstatněné. Mohou existovat v různých lineárních sestavách. To ale záleží na designu svítidel.

Jsou velmi křehké a neekologické.



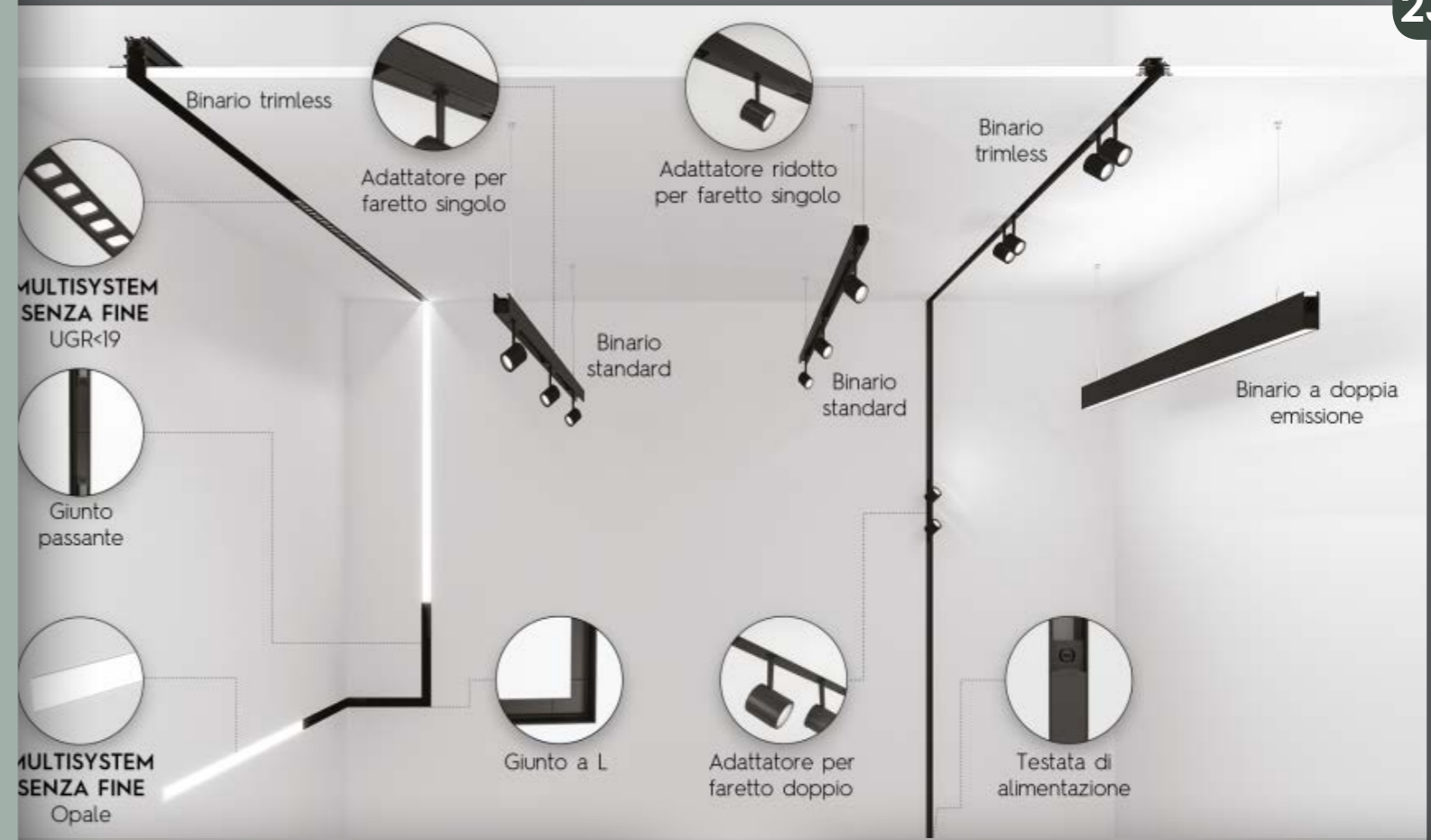
22

LIŠTOVÉ SESTAVY

Dalším vzorem posloužila moderní liniová (tracková) svítidla, která se dají různě spojovat za sebou do speciální nízkonapěťové lišty zabudované do plochy. Konkrétně za příklad jsem si vzal Multisystem vyvinutý společností A. A. G. Stucchi.

Vysoká variabilita a množství prvků jsou rozhodně plus. Zvláštní pozornost si zaslouží samotná LED lišta, z níž můžeme vytvořit nekonečné linky. Difuzní a usměrněný profil svícení si беру za vzor.

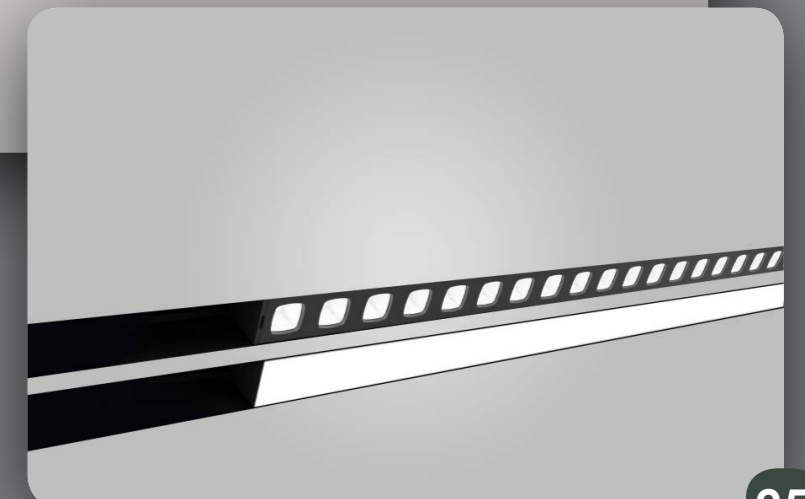
Napájecí track mi ale přijde nevzhledný a bodové osvětlení patří spíše do galerií, než do veřejných prostranství. Ale hlavně tento systém nedisponuje dostatečnou bytelností a zajišťovacími prvky, potřebnými pro veřejná prostranství, a pravděpodobně se nejedná o vysoko-výkonové osvětlení.



23



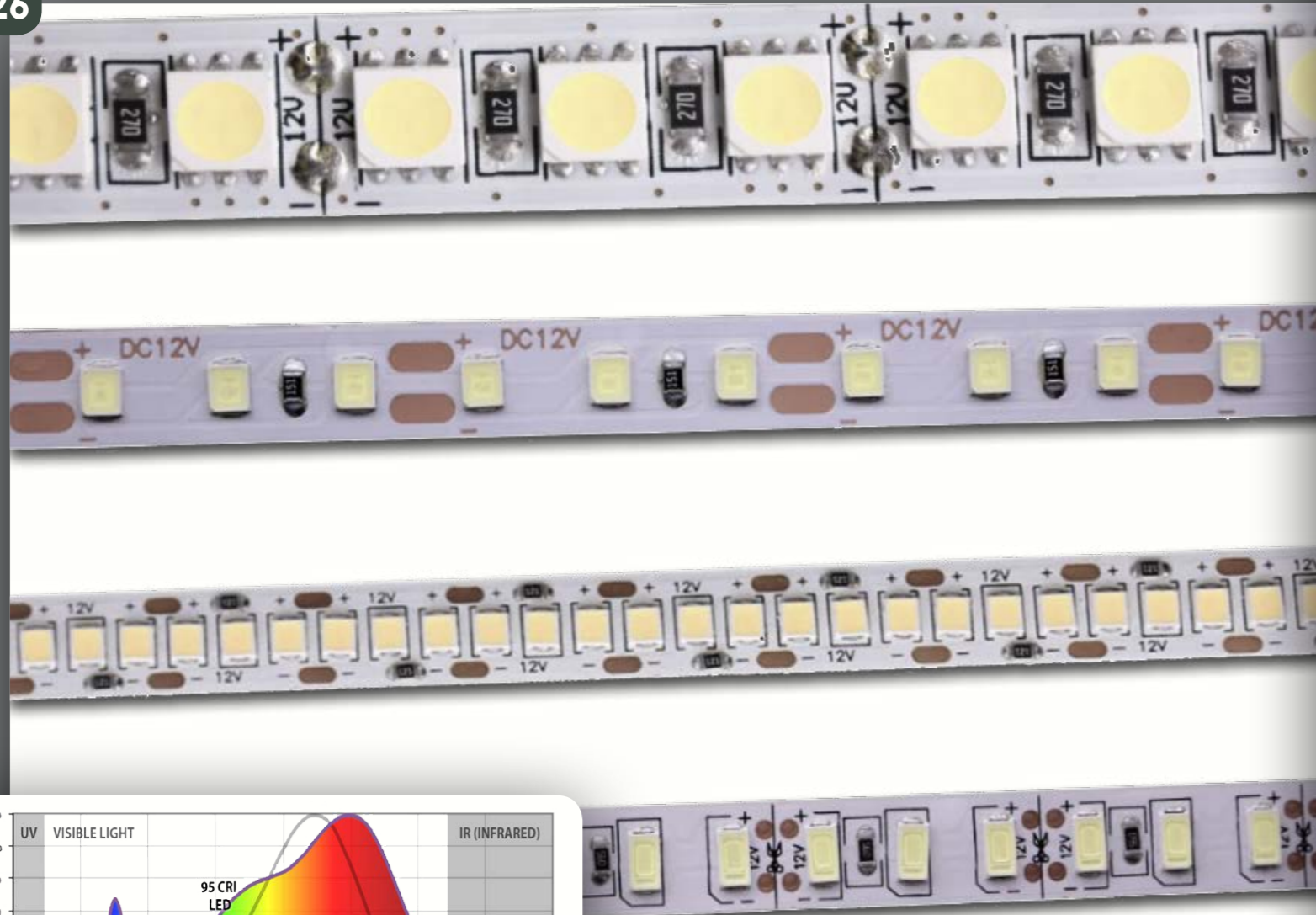
24



25

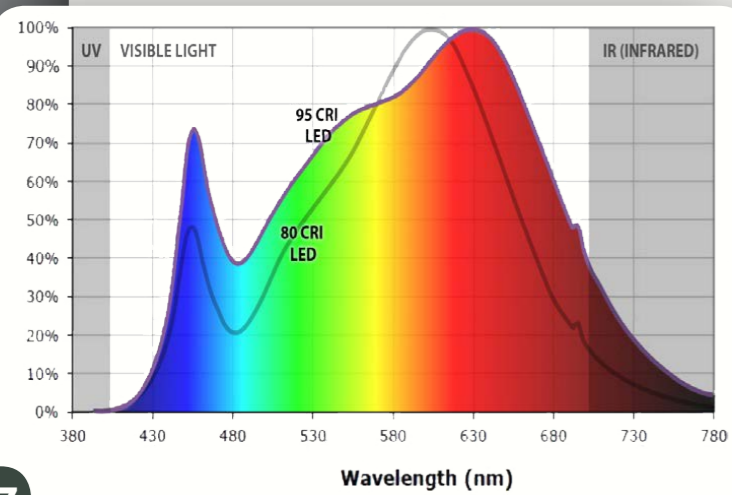
LIŠTY S LED PÁSKY

26



Když se řekne LED lišta, tak si každý vybaví tenký plastový proužek rozptylující nalepené pod ním na hliníkový profil LED pásky. Dostupný a rychlý způsob jak nasvítit kuchyňskou linku či vytvořit ambientní osvětlení za skříně. Standardně se dělají do výkonu 14 W na metr. Jde o 8mm široký ohebný proužek s lepicí vrstvou osazený Mid-power a Low-power LED čipy od Epistar.

Svým návrhem odpovídám i na existenci těchto pásek. V profesionálních sférách a frekventovaných prostorách nemají co dělat, už z toho důvodu, že nejsou spolehlivé, mají nižší efektivitu než jakou je schopen nabídnout trh, a hlavně, jelikož se jedná o levné diody, nemají kvalitní spektrum a proto nízké CRI.



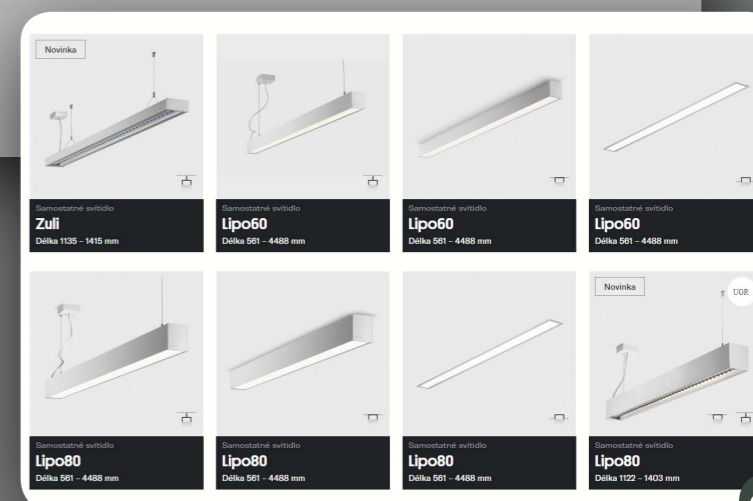
27

MODULOVÉ OSVĚTLENÍ HALLA

Poslední inspirací pro mne byla firma HALLA, která vyrábí modulární LED svícení do kanceláří. Jedná se o kvalitní svícení vyrobené na míru zpříjemňující pracovní prostředí. Disponují širokou škálou světelných návrhů předními designéry.

Za vzor považují linii LIPO. Záporem u něj je malá bytelnost a velký objem.

28



29

VÝSTUP Z REŠERŠE

Od počátku je mým cílem zpříjemnit naše umělé osvětlení s nímž se denně potýkáme na veřejnosti. Nejde jen o stožáry osvětlující silnice, ale o celek provázející nás na cestách městem.

Na základě analýzy a rešerše jsem uviděl kde je pro nás umělé osvětlení důležité, stanovil si cílovou skupinu, zvolil zdroj světla, jeho parametry a umístění, a udělal si obrázek o základním tvaru.

CÍLOVÁ SKUPINA

Produkt cílí na veřejná prostranství, která potřebují kvalitní a silné osvětlení v kompaktním obalu. A zároveň potřebují odolnou a anti-vandální konstrukci, která působí moderně a esteticky. Široká škála možností instalace umožňuje umístění jak v exteriéru tak v interiéru v libovolných pozicích.

MATERIÁL

Pro techničnost návrhu jsem volil materiál, jehož vlastnosti nepředčí žádný jiný. Kvalita, vzhled, ekologický dopad, udržitelnost, cena a fyzikální vlastnosti, to vše bylo zohledněno. Základ celé konstrukce tvoří Hliník. S tímto materiálem velmi rád pracuji za jeho vděčnost, čistotu a minimalistický vzhled.

UMÍSTĚNÍ

Nechtěl jsem přímo definovat umístění, jelikož mým cílem je dát uživatelům svobodu a fantazii, aby mohli Ribbon umísťovat dle libosti. Nezáleží na orientaci a poloze vůči gravitaci. Od podlahy až ke stropu je nekonečno možností. Jedinou hranici již jsem vytyčil je úhel svíraný mezi jednotlivými moduly. Mou povinností bude ukázat jaké jsou tedy možnosti a inspirovat pro jejich využití.

INSPIRACE

Inspirací pro mě byly tvary jež dnes vnímáme jako příjemné. Mezi ně patří obdélník se zakulacenými rohy. Díky naší fyziologii je tento tvar mnohem lépe vnímán než obyčejný obdélník s ostrými rohy. Je příjemnější na oko a mozek ho dokáže lépe zpracovat, protože vizuální zpracování potřebuje méně kognitivního úsilí. Fovea (místo nejostřejšího vidění na sítnici oka) je nejrychlejší ve vnímání kruhů, zatím co pozorování ostrých okrajů potřebuje více „neuronálních obrazových nástrojů“ v mozku.²⁰

VIZE

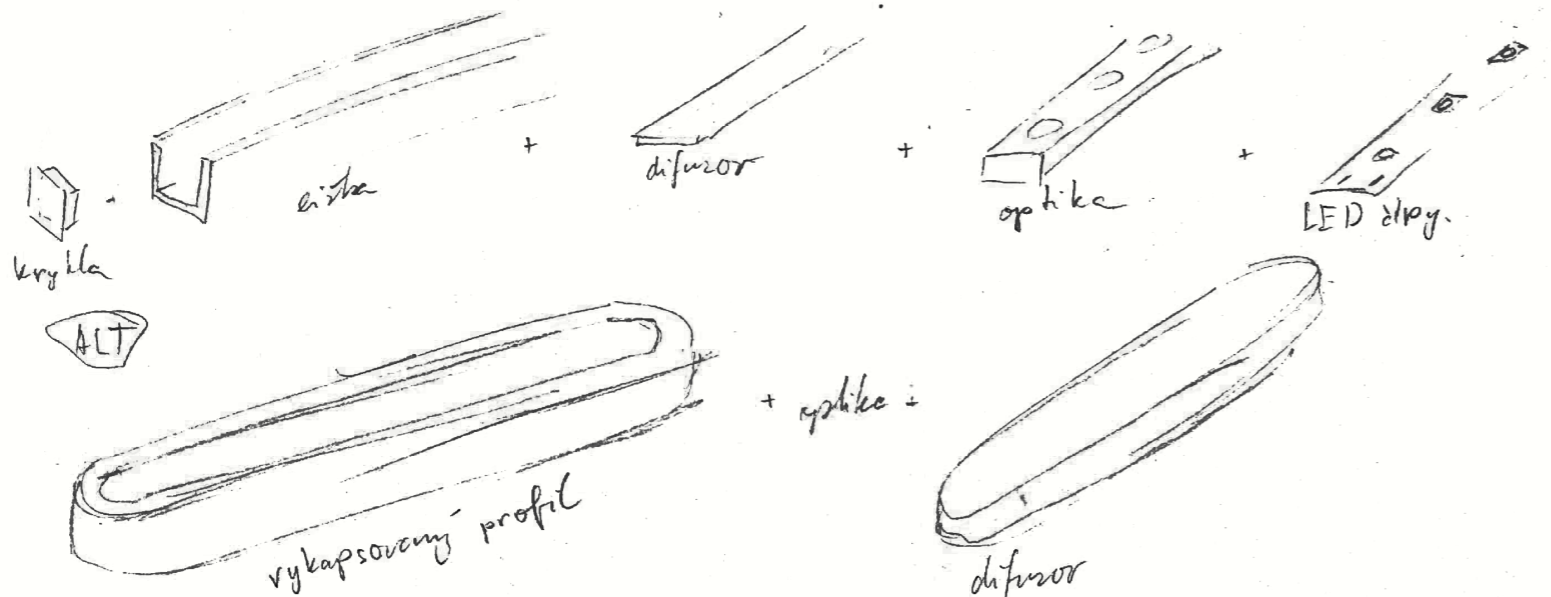
Mou vizí je stvořit svítidlo, které i přes svůj jednoduchý tvar umožní nekonečnou řadu kombinací a využití.

Uživatel bude schopen instalovat svítidlo do drážky v podhledu, do zábradlí, do podlahy, zavěsit na strop, na zeď, na stojan... Bude možné jej osadit do sestavy, či řetězit za sebou.

Jelikož se jedná o bytelné a vodotěsné zařízení, bude určeno jak do exteriéru tak i do interiéru. Bude pochozí a zároveň odolné vůči vandalům díky své uzavřené hliníkové konstrukci.

lištové světlo

- potřeba výkonového kompaktního světla
- jak v interiéru tak v exteriéru → voděodolnost IP68!
- spojování do sebe? → tělnost - musí vydržet horko

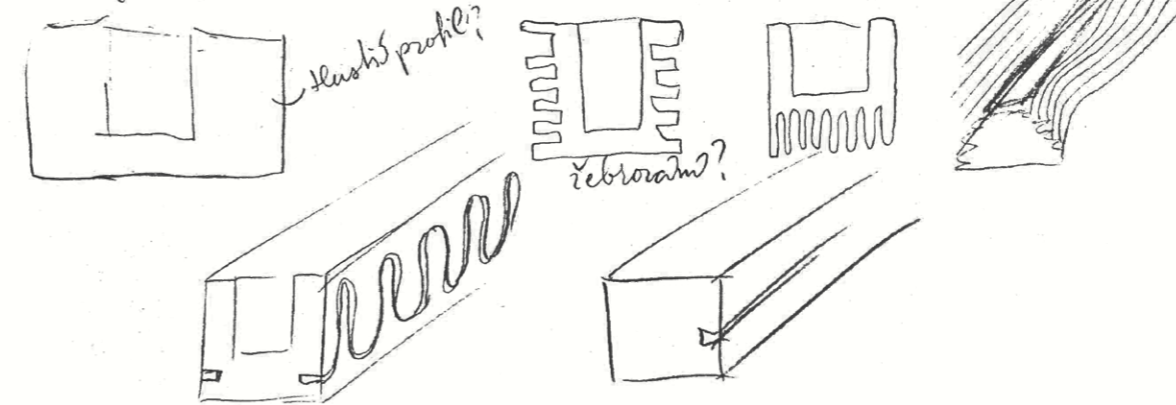
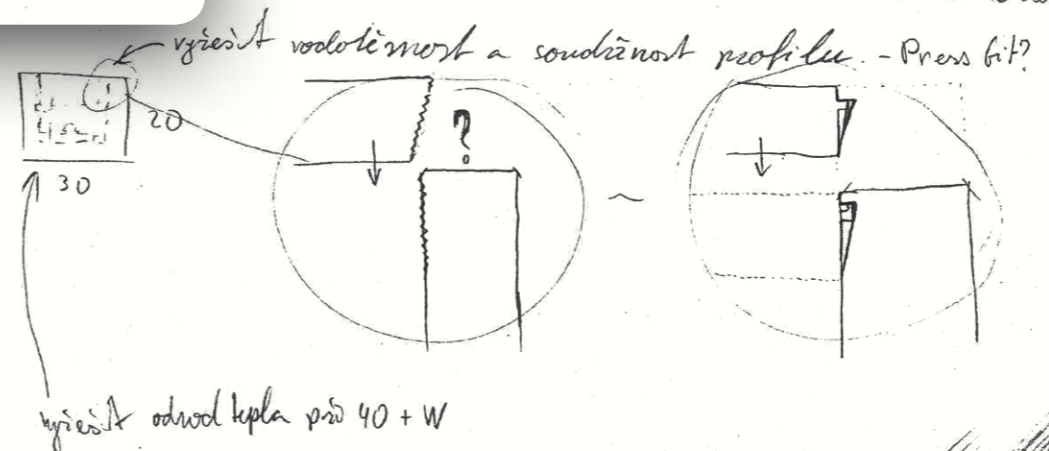
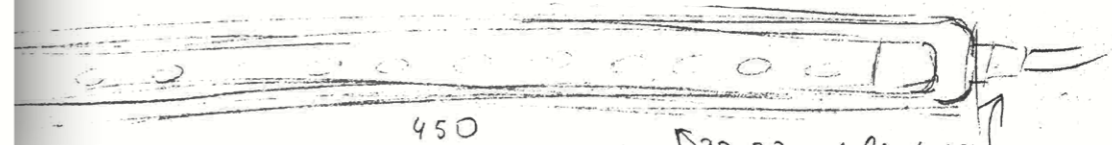


→ profil z monobloku - odvod tepla - tělnost

→ plexi / polykarbonát
→ nerozbitný materiál

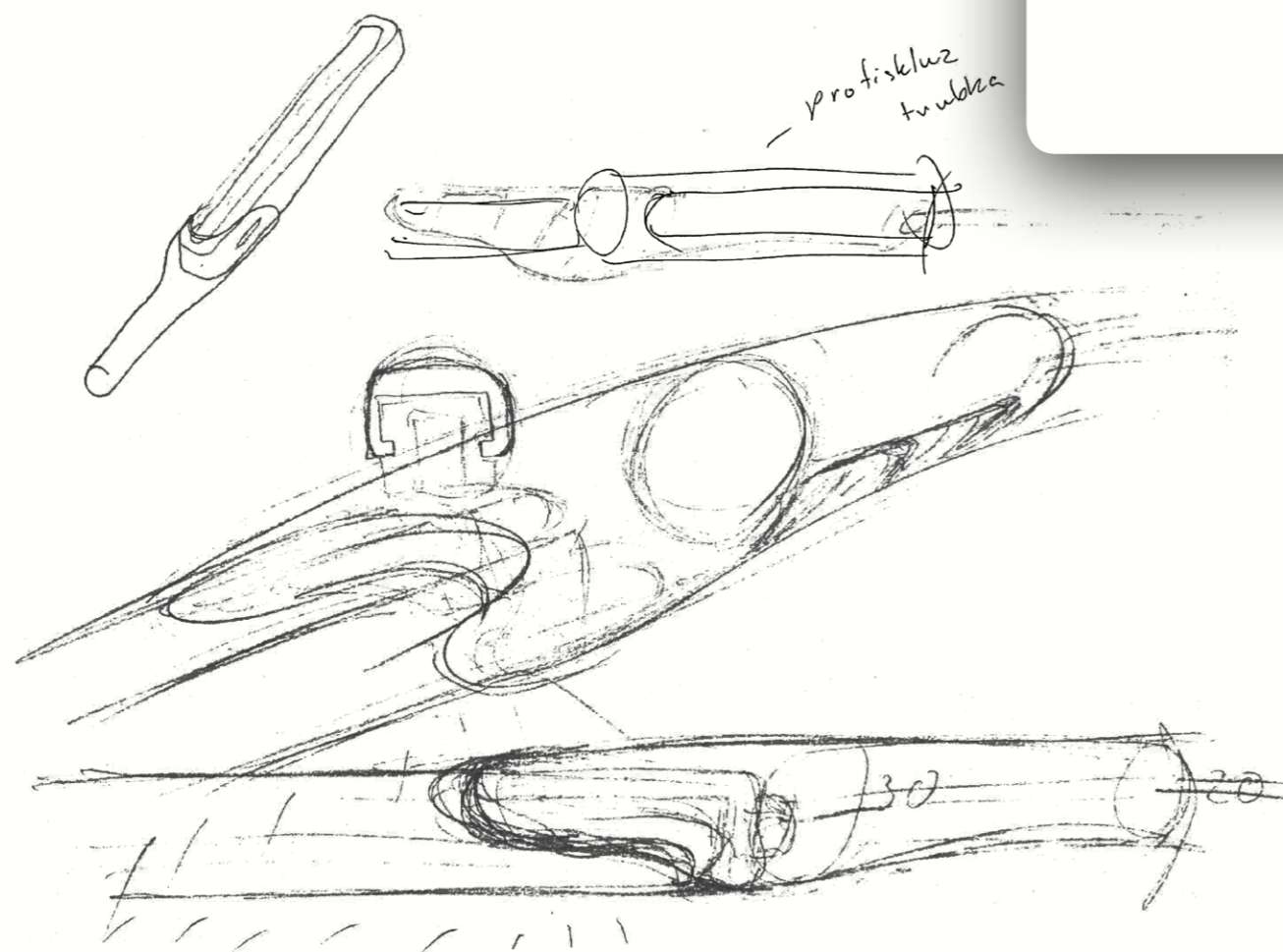
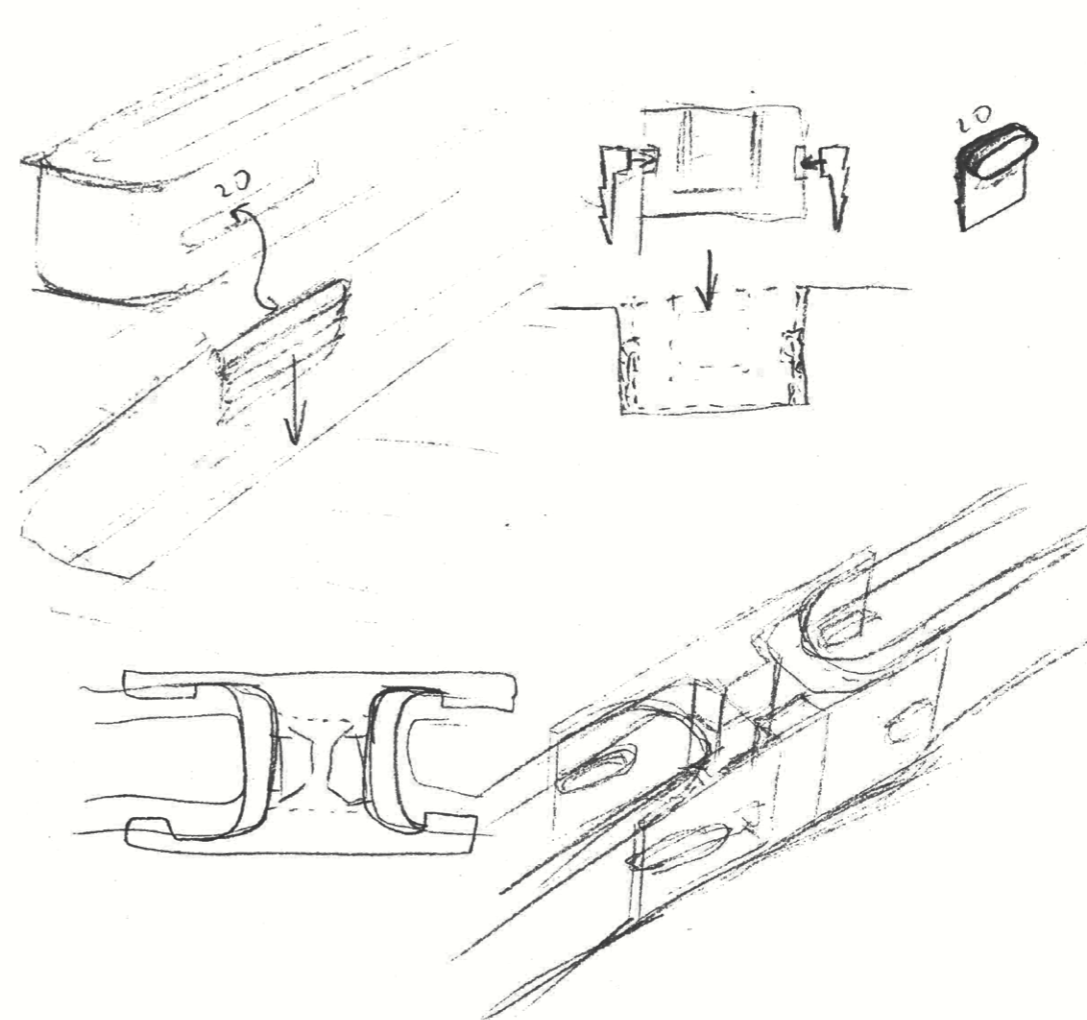
SKICI -
ZÁKLADNÍ TVAR

Hledání tvaru mělo pod sebou zaměření se na technické potřeby světelného zdroje a zároveň na vnější estetiku. Základní rozměry LED čipu určovaly celkovou velikost a výkon určoval materiál a jeho sílu.



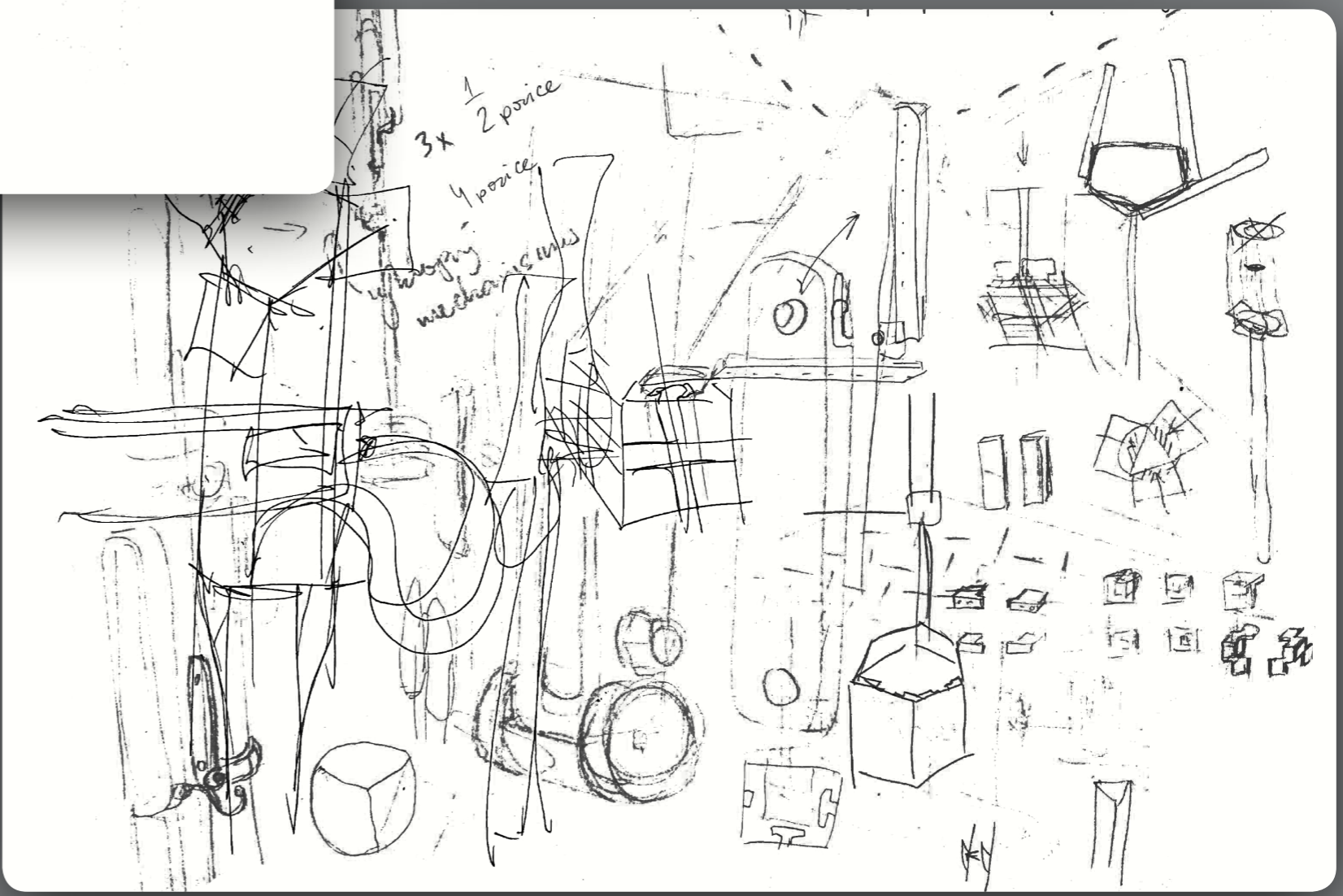
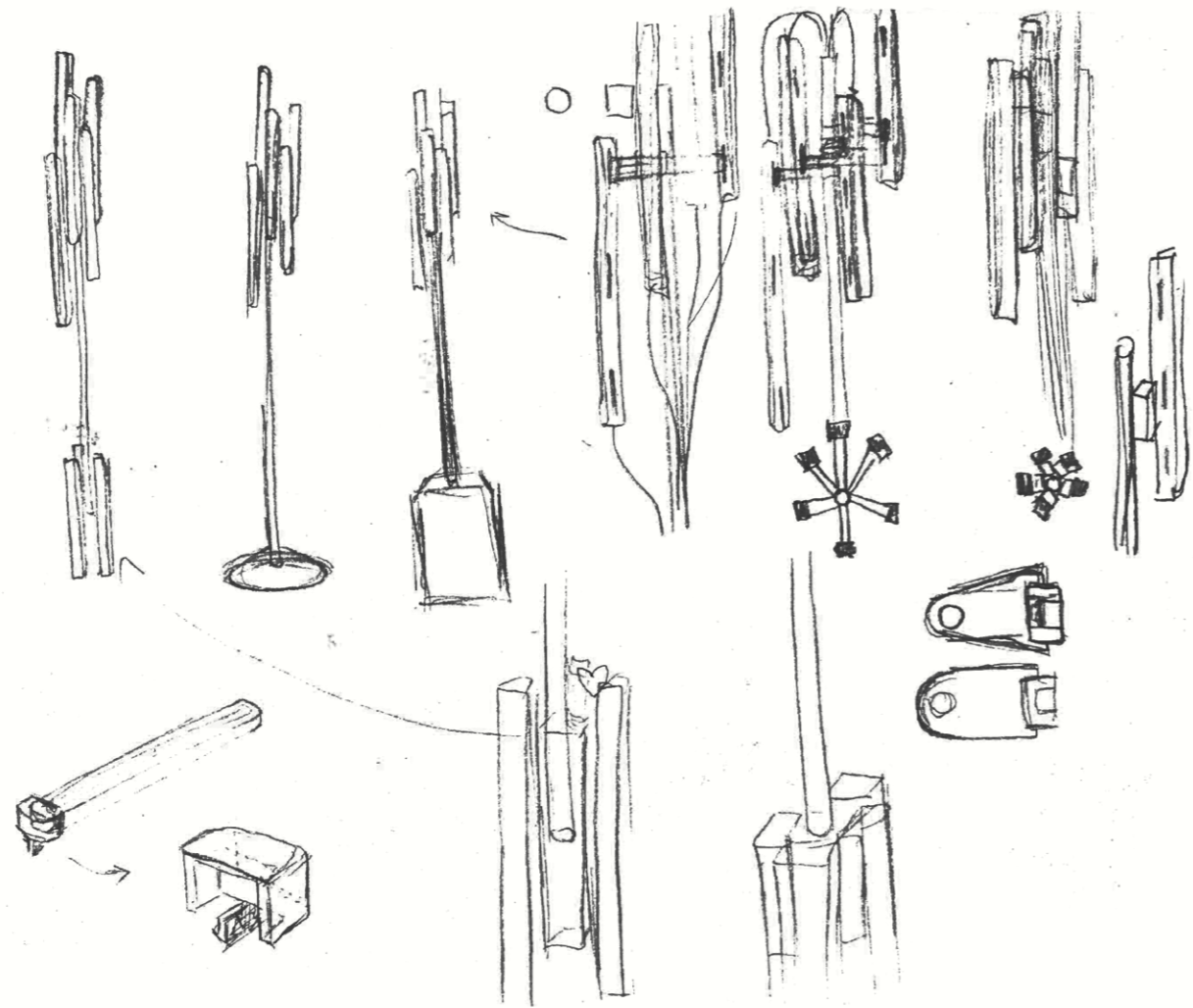
NÁVRH UCHYCENÍ DOPLŇKŮ

Základní tvar jsem doplnil drážkováním pro použití v určitých situacích jako například zapuštění do podlahy, zábradlí a podobně.



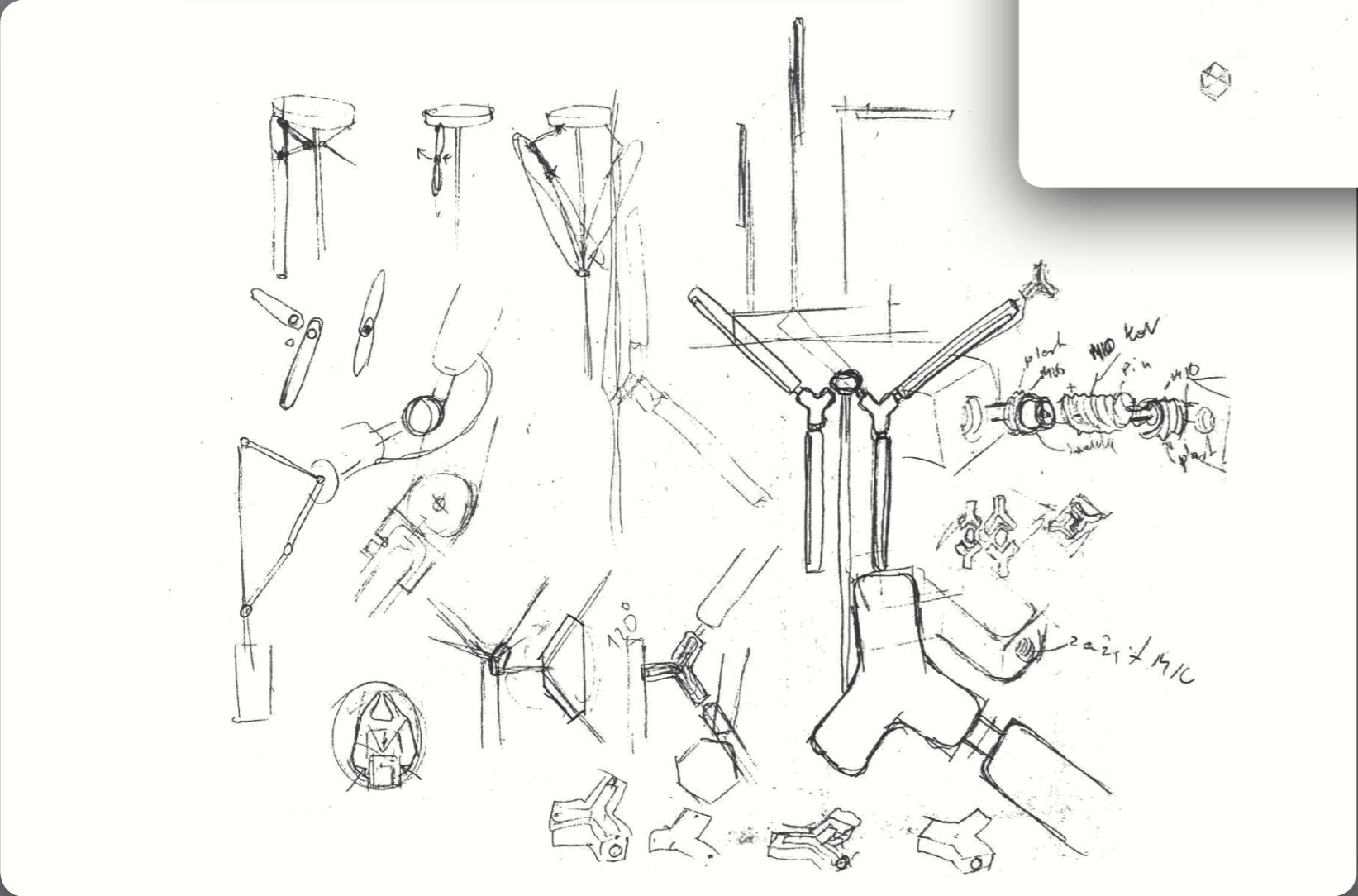
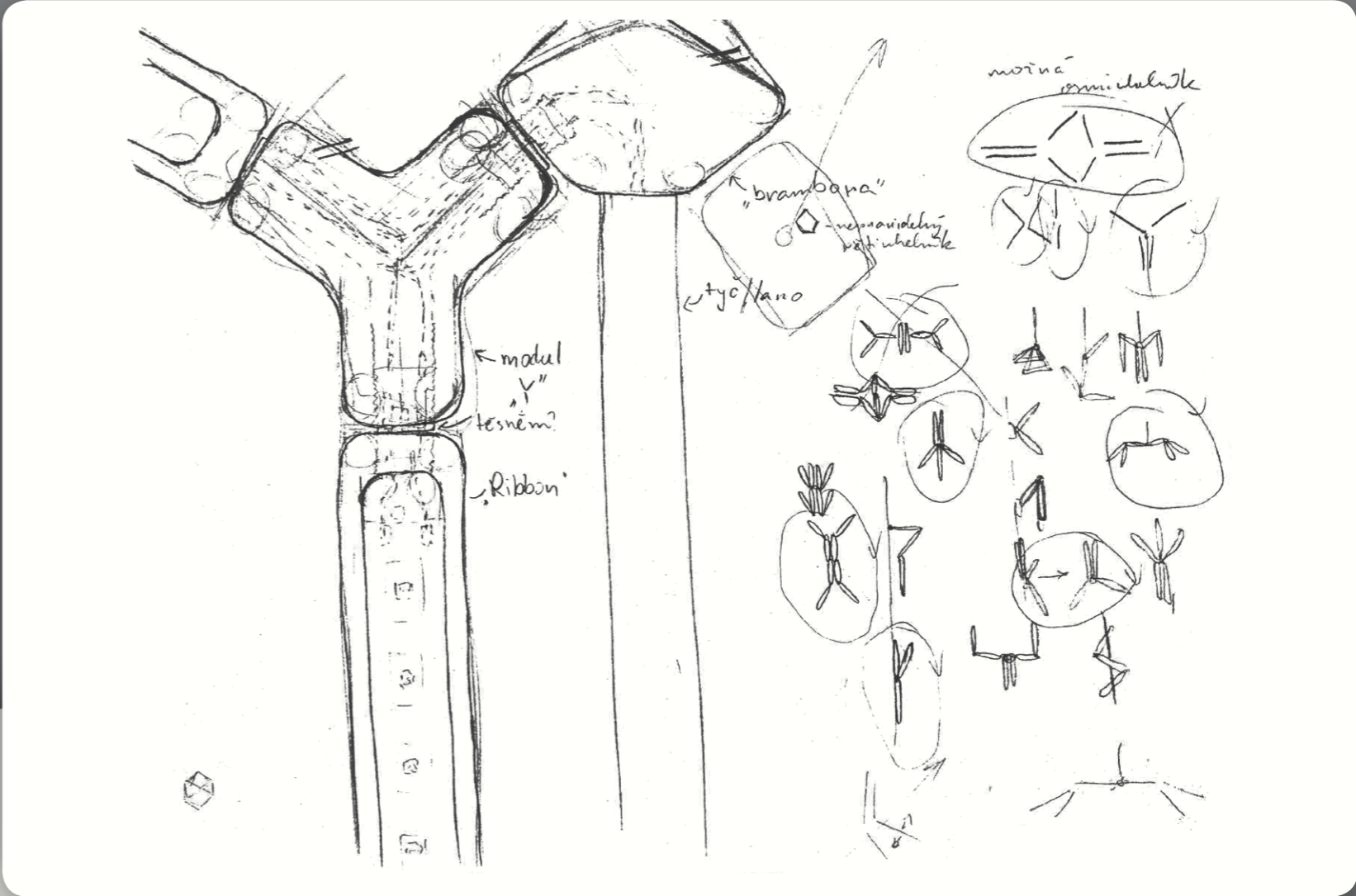
ROZŠÍŘENÍ
ŠKÁLY
POUŽITÍ

Kromě hledání tvaru šlo o to najít modularitu
a způsoby jakými se budou moduly spojovat
a doplňovat.

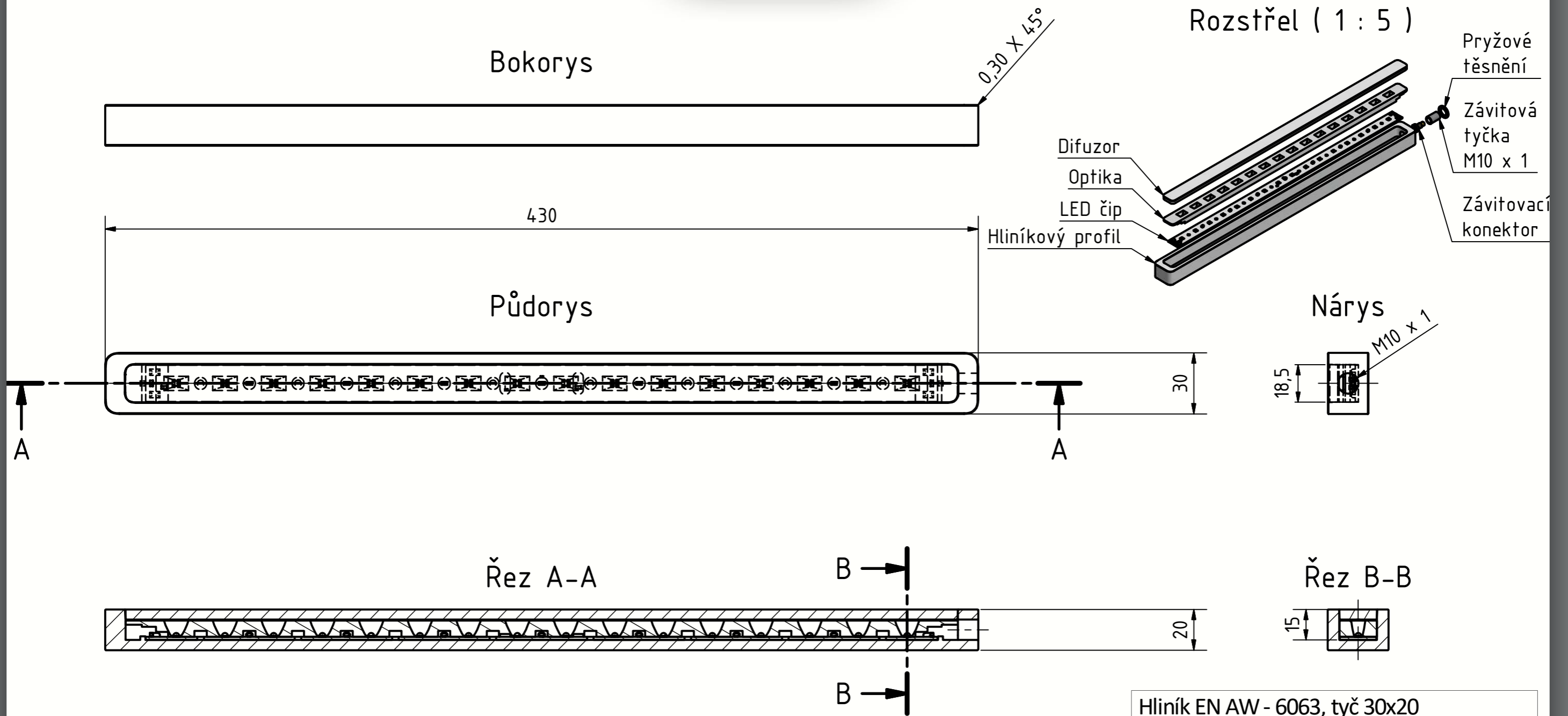


MODULOVÉ PRVKY

Drážky byly tedy vystřídány systémem modulů, umožňujícím větší variabilitu. Navrhl jsem k němu i konektor.

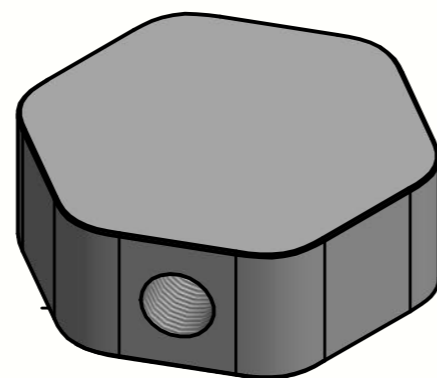
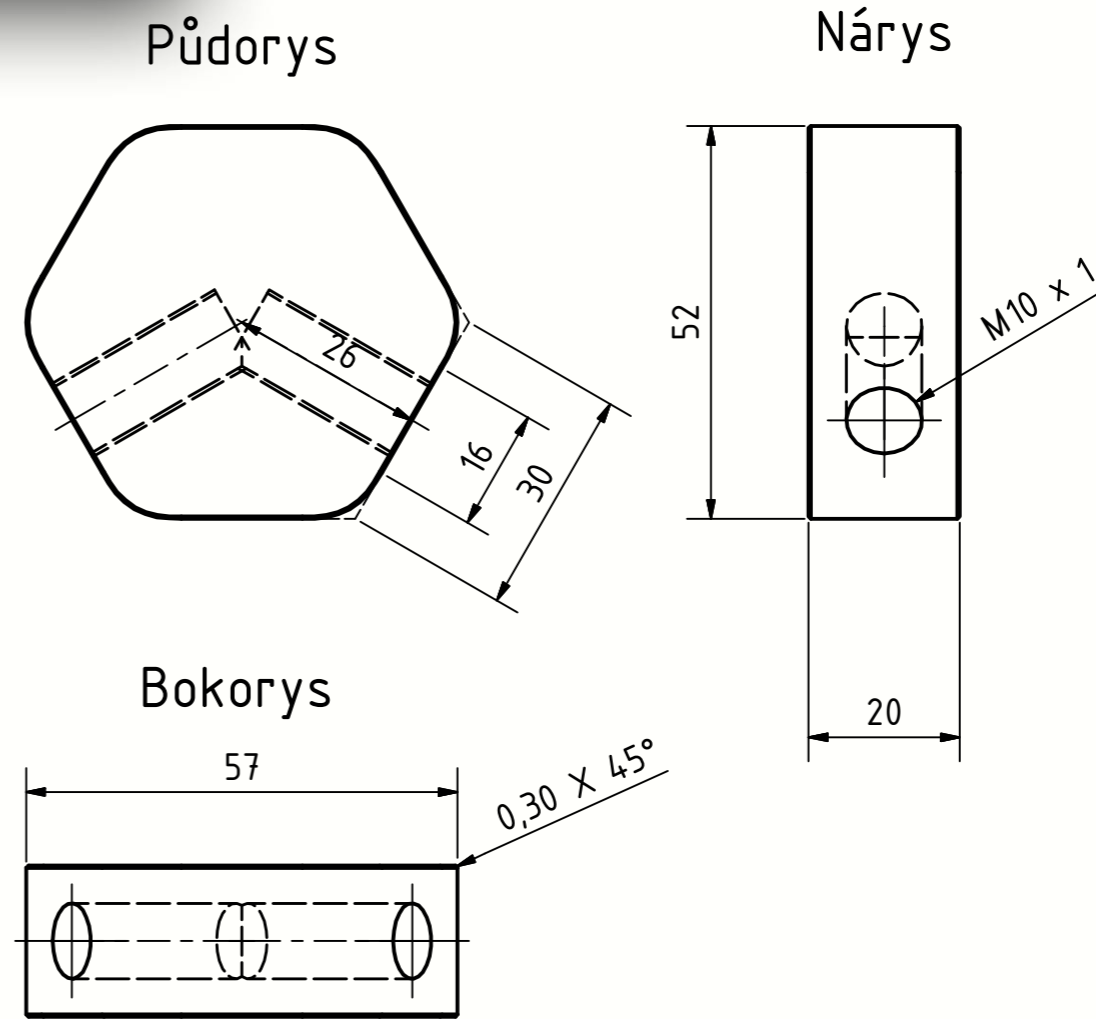
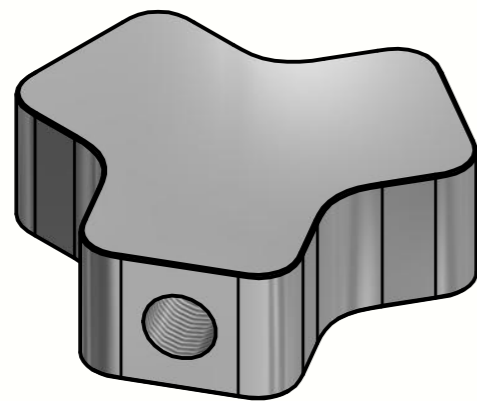
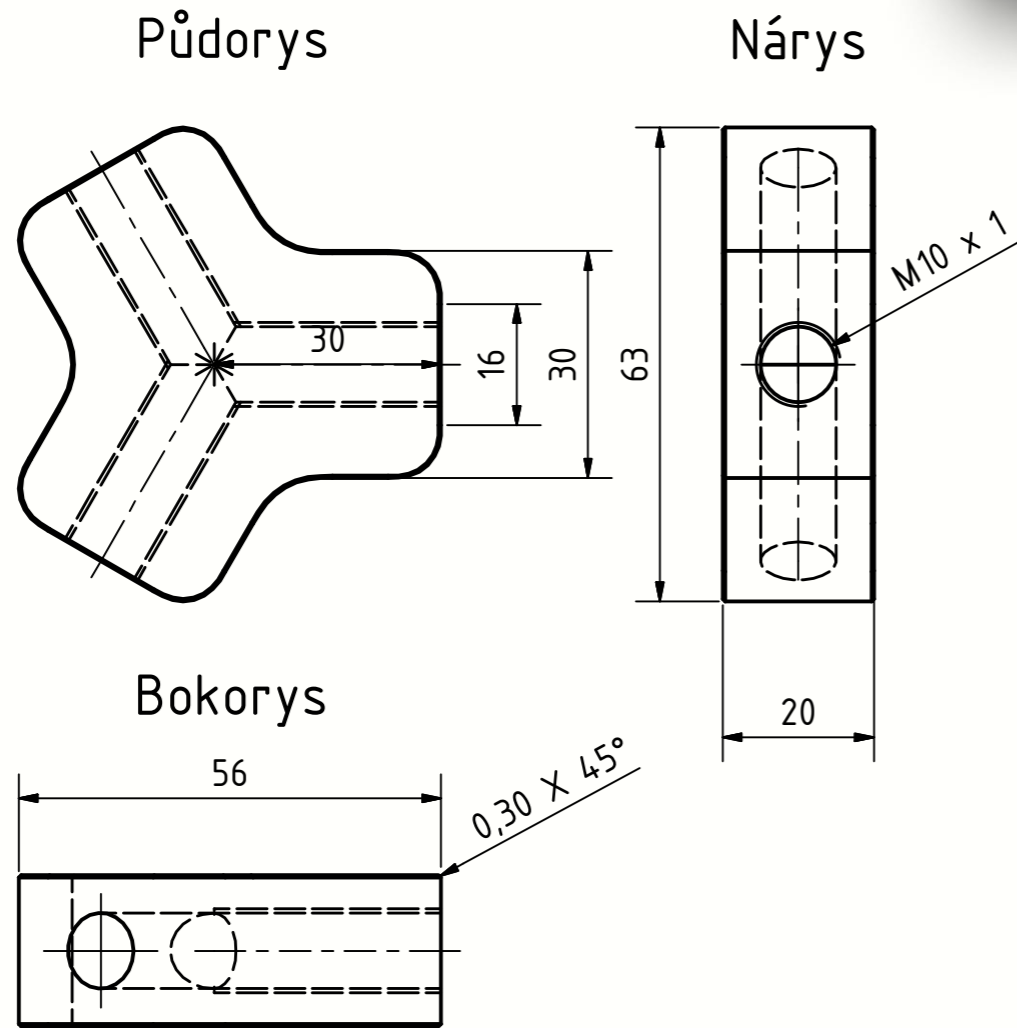


VÝKRES



Hliník EN AW - 6063, tyč 30x20			
Satheon RIBBON - profil			
Vytvořil	Kristian Rudenko	Rozměry	mm
Měřítko	1:2	Datum	2020

VÝKRES
MODULŮ

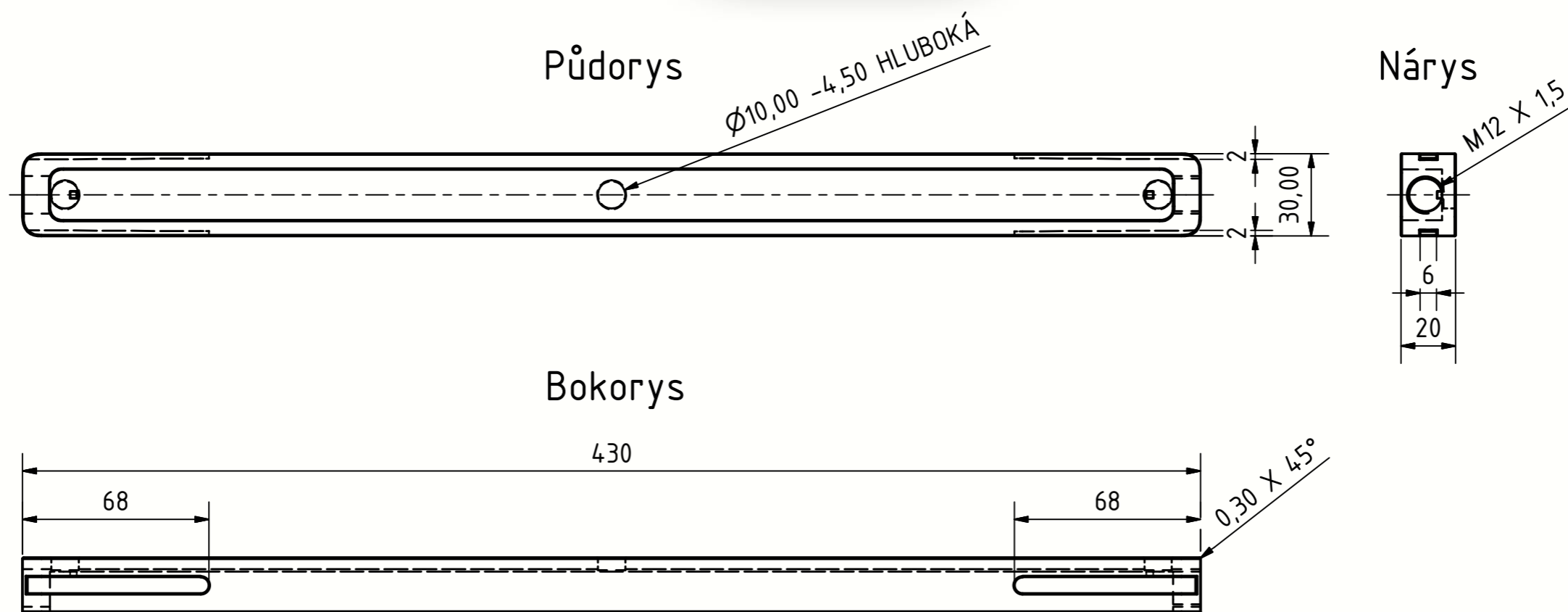


Hliník EN AW - 6060

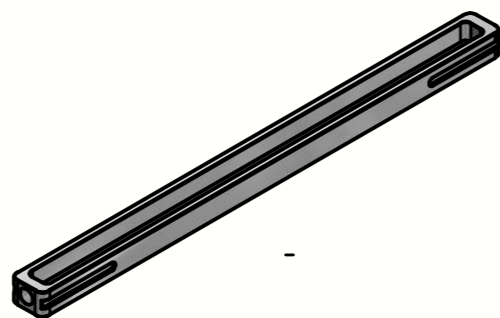
Satheon RIBBON - Moduly

Vytvořil	Kristian Rudenko	Rozměry	mm
Měřítko	1:1	Datum	2020

VÝKRES
ATYPU



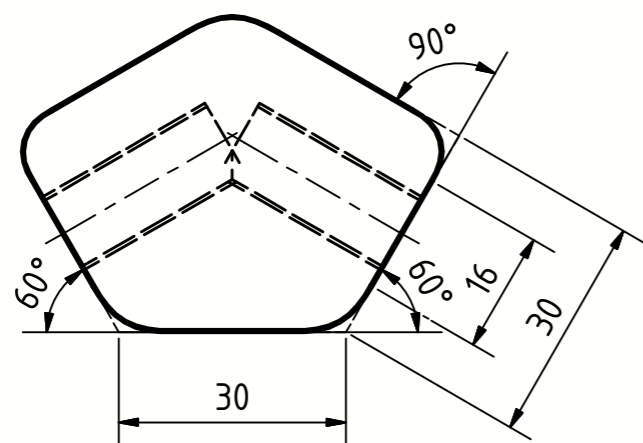
Izometrie (1 : 5)



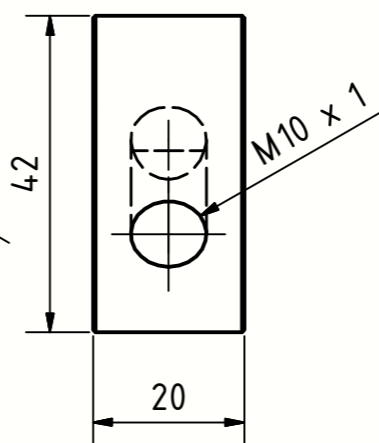
Hliník EN AW - 6060, tyč 30x20				
Satheon RIBBON - Profil Atyp s drážkami a magnety				
Vytvořil	Kristian Rudenko	Rozměry	mm	
Měřítko	1:2	Datum	2020	

VÝKRES
MODULŮ
A DOPLŇKŮ

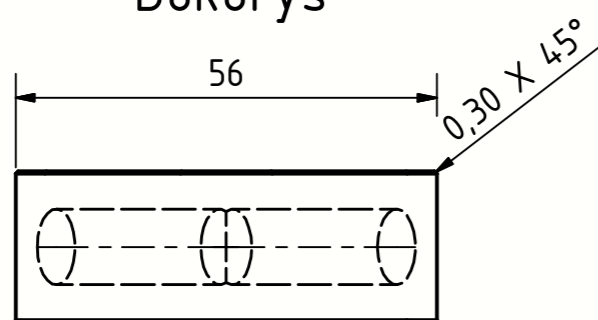
Půdorys



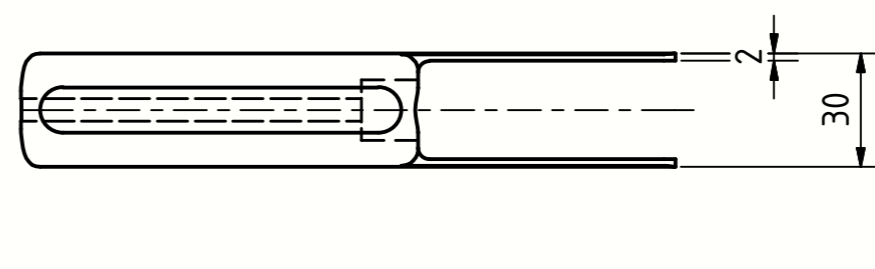
Nárys



Bokorys



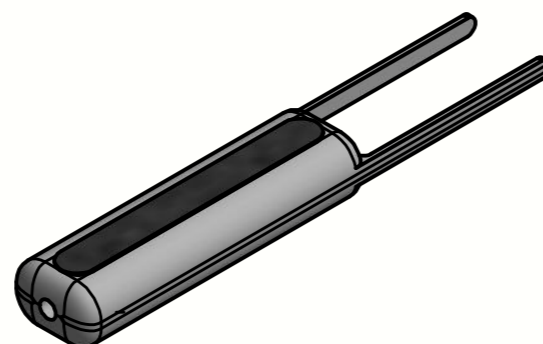
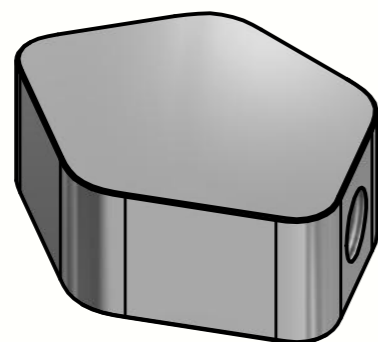
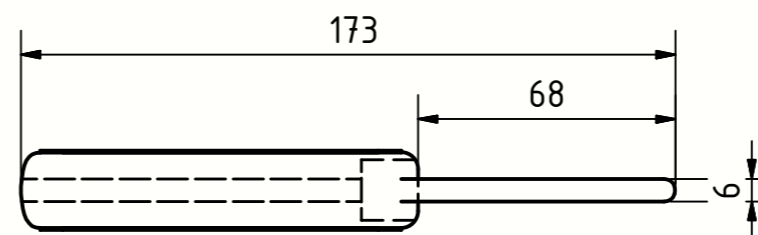
Půdorys



Nárys



Bokorys



Hliník EN AW - 6060 / POMc plast

Satheon RIBBON - Moduly a doplňky

Vytvořil	Kristian Rudenko	Rozměry	mm
Měřítka	1:1 / 1:2	Datum	2020

VÝROBA

Po stanovení si cíle a hranic jsem začal pracovat na počátečním návrhu a jeho prototypu. Zahrnovalo to do sebe práci s materiálem a světlem jako materiálem, šlo tedy i o to vymyslet a vyzkoušet optiku.

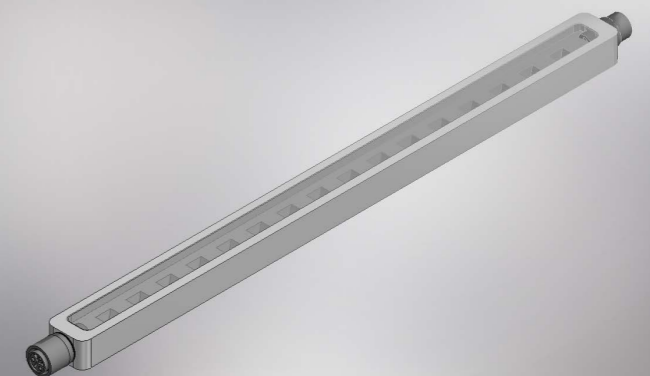
STAV PŘED
18.03.2020

Rychle jsem zamítl tažené hliníkové profily pro jejich křehkost, tenkost (což není vhodné pro odvod tepla od vysokovýkonných LED diod) a složitost uzavření do jednoho solidního celku. Firma SATHEA VISION s.r.o., pro niž jsem zpracovával návrh, mi poskytla základní bod celé sestavy - LED čip o základních rozměrech 18 x 390 mm a osazený 16 diodami Samsung typu 3535. Po empirickém úsudku, že pro optimální odvod tepla od diody je potřeba minimálně 3 mm tloušťka materiálu a jistý poměr plochy vystavené vzduchu, jsme se usadili na řešení, které bylo nejlépe vyhovující jak z hlediska efektivity tak i financí. Vznikl z toho hladký frézovaný profil 20 x 30 x 430 mm s tloušťkou stěny 5 mm.

ČIP VS PÁSEK



TAŽENÝ PROFIL



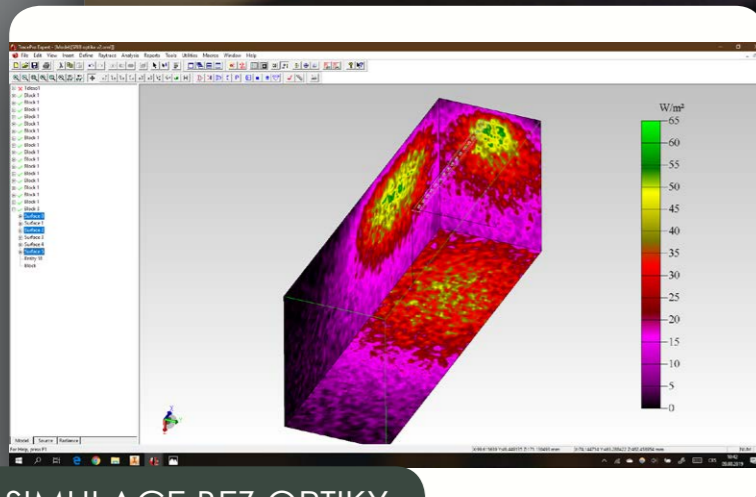
FRÉZOVANÝ PROFIL

NÁVRH OPTIKY

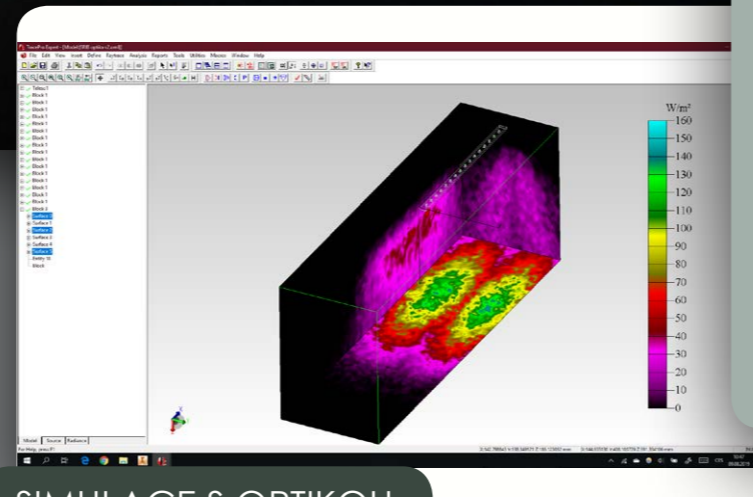
TEST OPTIKY



Jedním z hlavních cílů bylo navrhnout jednoduchou a prakticky bezztrátovou optiku, která by usměřňovala paprsky z diod správným směrem. Navrhl jsem obdélníkovou parabolickou optiku, kde v podélném směru se jednotlivé diody promísí a v příčném vyzařují pod úhlem 30° . Kromě toho jsem vyzkoušel i naopak rozptylovou optiku. Simulace jsem prováděl v programu TracePro 7.



SIMULACE BEZ OPTIKY



SIMULACE S OPTIKOU

VÝROBA PRVNÍHO PROTOTYPU

Když byla fáze modelování rozdělaná, nastal čas vše vyzkoušet. Na řadu přišla výroba v materiálu. Všechny součásti jsem vyřezával na CNC stroji. Většina součástí se vyřezávala několikrát, pokaždé s upravenými tolerancemi a lehce pozměněným tvarem, aby do sebe vše krásně sedělo bez spojovacích prvků a lepidel.

PRVNÍ ROZSVÍCENÍ



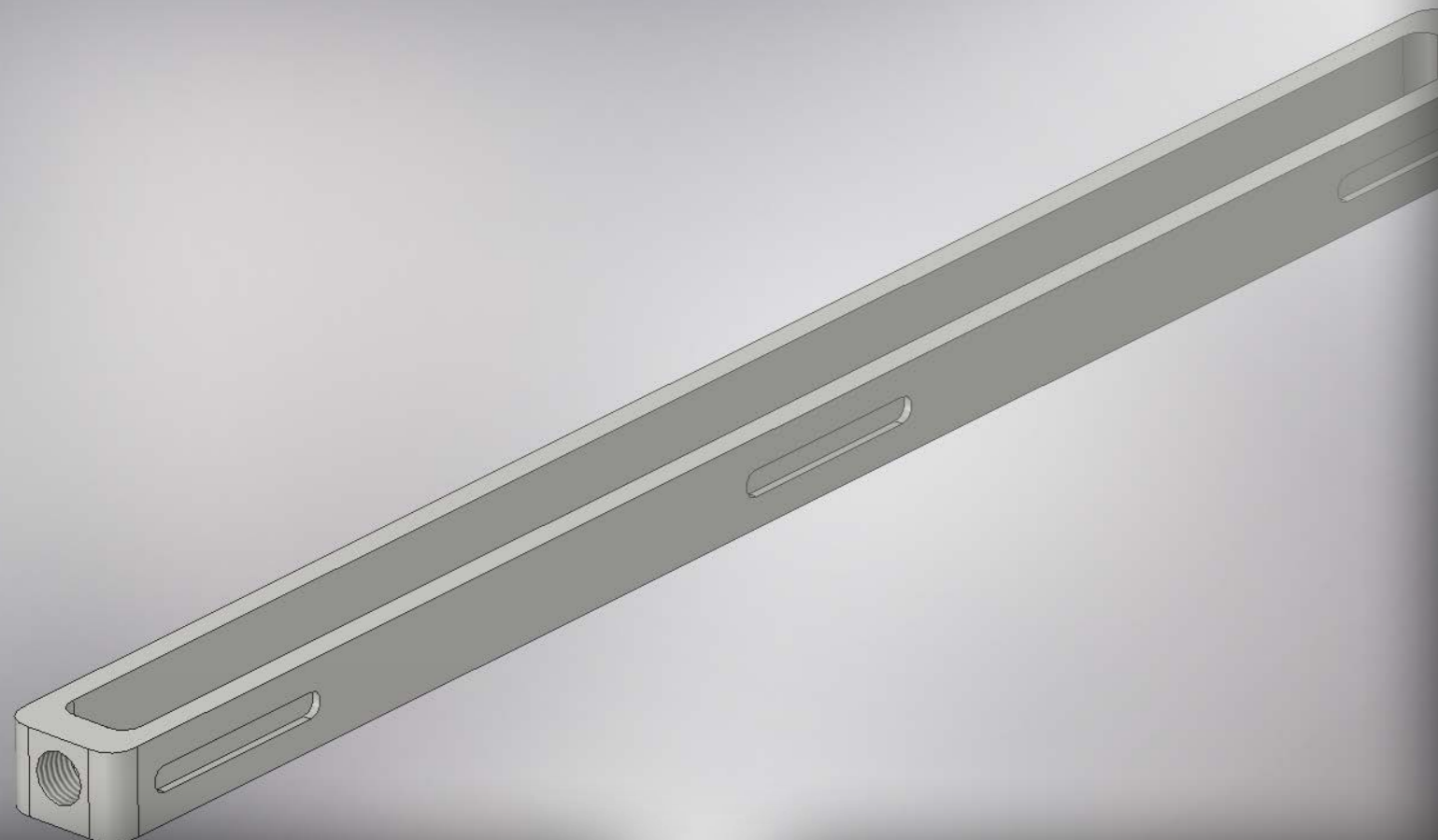
FRÉZOVÁNÍ HLINÍKU



CNC FRÉZA

STAV
18.03.2020

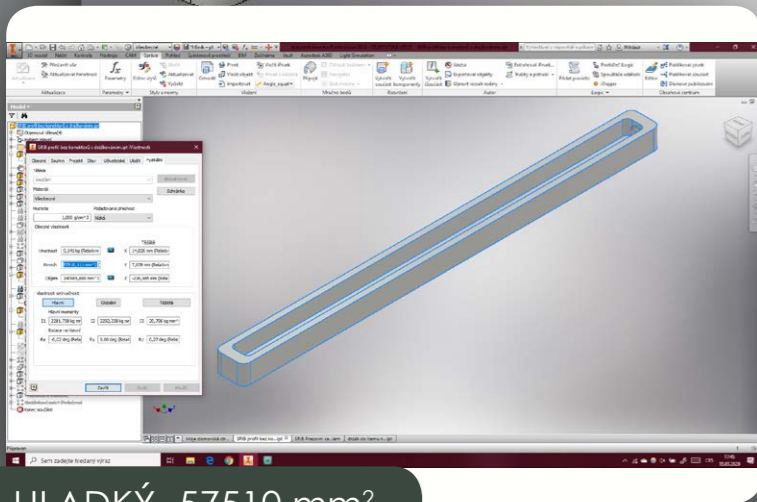
UCHYCOVACÍ DRÁŽKY



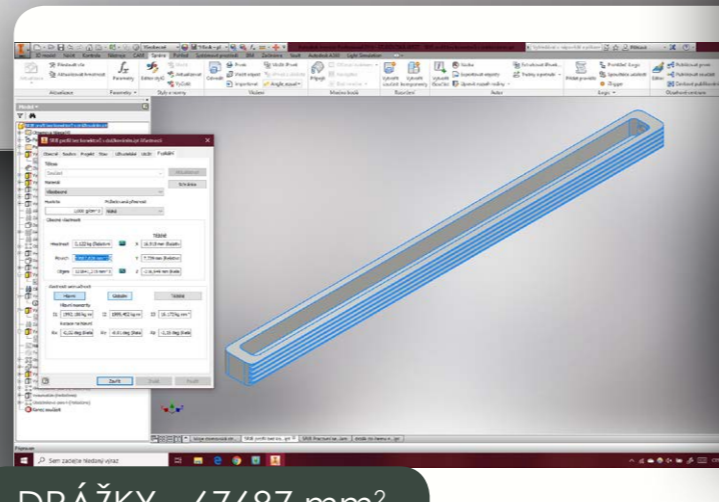
Jelikož nynější situace nedovoluje zdržovat se v práci, můj postup v bakalářské práci je omezen.

Nyní pracuji na úchytů, taktéž na návrhu drážky. Mám 2 varianty - Jedna má celou podélnou drážku, druhá má 3 krátké drážky, na koncích a uprostřed. Mě se to zdá lepší, jelikož to umožní i pozicování pokud je lišta vertikálně umístěna, nebude tedy vypadávat. To že jsou vedeny ne od úplných krajů umožní systém „nacvakávání“ plastových prvků. Při správném návrhu půjdou snadno nacvaknout a hůře sundat, to zajistím tloušťkou stěny prvků, a pružením (možná se bude muset udělat předpružení.) Použitý plast bude POMc, díky jeho pevnosti a houževnatosti. Jedná se o jeden z nejtvrdších a zároveň dostupných plastů s dobrou odolností a obrobiteľnosťou. Dá se jak vstříkovat, tak obrábět z monobloku.

Co se týče odvodu tepla, tak jsem vyzkoušel několik variant navýšení plochy, a ukázalo se, že důlkování jako golfový míček zvýší plochu pouze o 10%, jemné podélné drážkování (1 mm laple hluboká 3mm s mezerou 3 mm) navýší plochu o 30%, což stále není dostatečně ekonomicky výhodné, proto se profil ponechá jaký je a výkon bude omezen na 20W. Pokud by zákazník chtěl vyšší výkon, tak mu bude nabídnut heatsink, tažený profil který se připevní na zadní straně lišty, to umožní výkon až 50W. Též je možnost montáže na libovolnou vodivou konstrukci, tam budu garantovat 30-40W. (Uvědomte si, že je to pořád obrovský výkon na 16 LEDek. 20W je výkon veřejného osvětlení v ulicích mezi domy). Dole na obrázcích je vidět jak se hodnota plochy mění v závislosti na tvaru. Rozdíl je opravdu malý a nezlepší chlazení.



HLADKÝ - 57510 mm²



DRÁŽKY - 67687 mm²

INSTALACE PRVNÍCH PROTOTYPŮ

Během procesu navrhování se nám ve firmě poštěstilo získat zakázku, kde jsme mohli zátěžově vyzkoušet několik prototypů.

V restauraci Lehká Hlava je nyní nainstalováno 7 lišt. Je to mírně zátěžové prostředí, kde například v kuchyni je horko a vzduch je vlhký a mastný z vaření.

V kuchyni je též potřeba rovnoměrně nasvítit prostory zpoza digestoře a to tak, aby nebyly zdroje vidět.

Na obrázku vidíme provizorně uchycené Ribbony ve srovnání s původní lištou. Jedná se o stejnou teplotu chromatičnosti, ovšem světlo je mnohem příjemnější a výkonnější. Majitelé zůstali spokojení.

V LEHKÉ HLAVĚ



OD TYČE K PRODUKTU



SOUČÁSTI

STAV
28.03.2020

STOJANOVÉ SVÍDLO



Variabilitu svítidla bych chtěl ukázat prostřednictvím několika instalací, kdy každá by měla jiný způsob použití. Začal bych lustrem, jelikož se na něm toho dá víc předvést. Poté bych předvedl drážky v samotném svítidle třeba rukojetí pro manipulaci a magnety pro snadné a rychlé upevnění. Pokračoval bych i vložením do drážky v betonové dlaždici. To vše by mohly být speciální variace profilu.

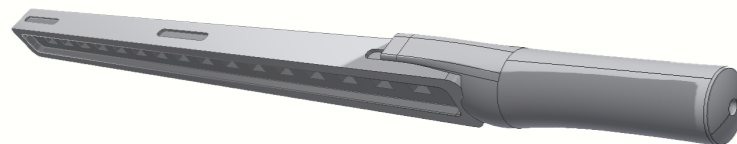
Lustr by mohl být stojanovým svítidlem. Chtěl bych tomu dát takový strojový nádech a udělat to z hliníkových trubek. Použil bych 7 svítidel v různé výšce. Kabeláž by vytvořila dojem svěšených větví stromu.

Drážky pravděpodobně budu moct udělat jen do jednoho zkušebnímu kusu (záleží jak se s kolegy domluvíme) A ten se pak dá předvádět, s rukojetí a napojovat na to různé prvky, jako třeba kotvy a vzájemné napojení.

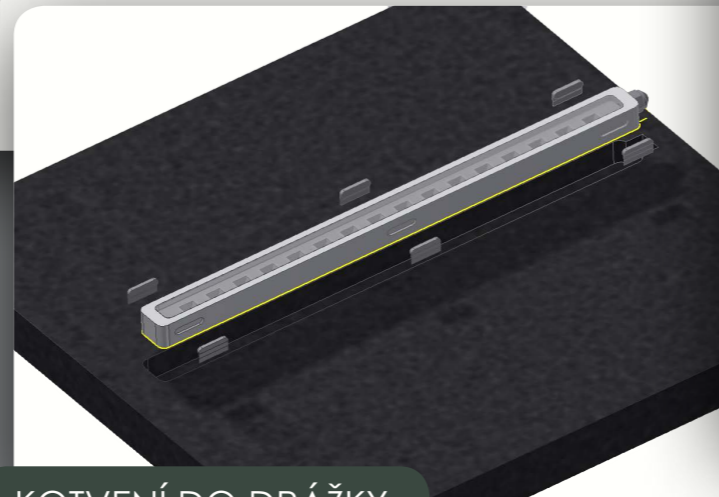
Na obrázku je skica samotné rukojeti. Pravděpodobně bude z 3D tisku

Magnety $\varnothing 10 \times 4$ mm, se silou 2kg, by stačily 3. Když se udělá kapsa na press-fit, a dá se kapka epoxidového lepidla, nikdy nevypadnou, a jelikož vydrží až 80°C , tak neztratí své vlastnosti.

Vytvořil jsem též návrh malého kotevního prvku do drážky, aby se dala lišta zatlouct například do drážky v betonu.



RUKOJEŤ



KOTVENÍ DO DRÁŽKY

STAV
14.04.2020

Stále nemohu do práce.

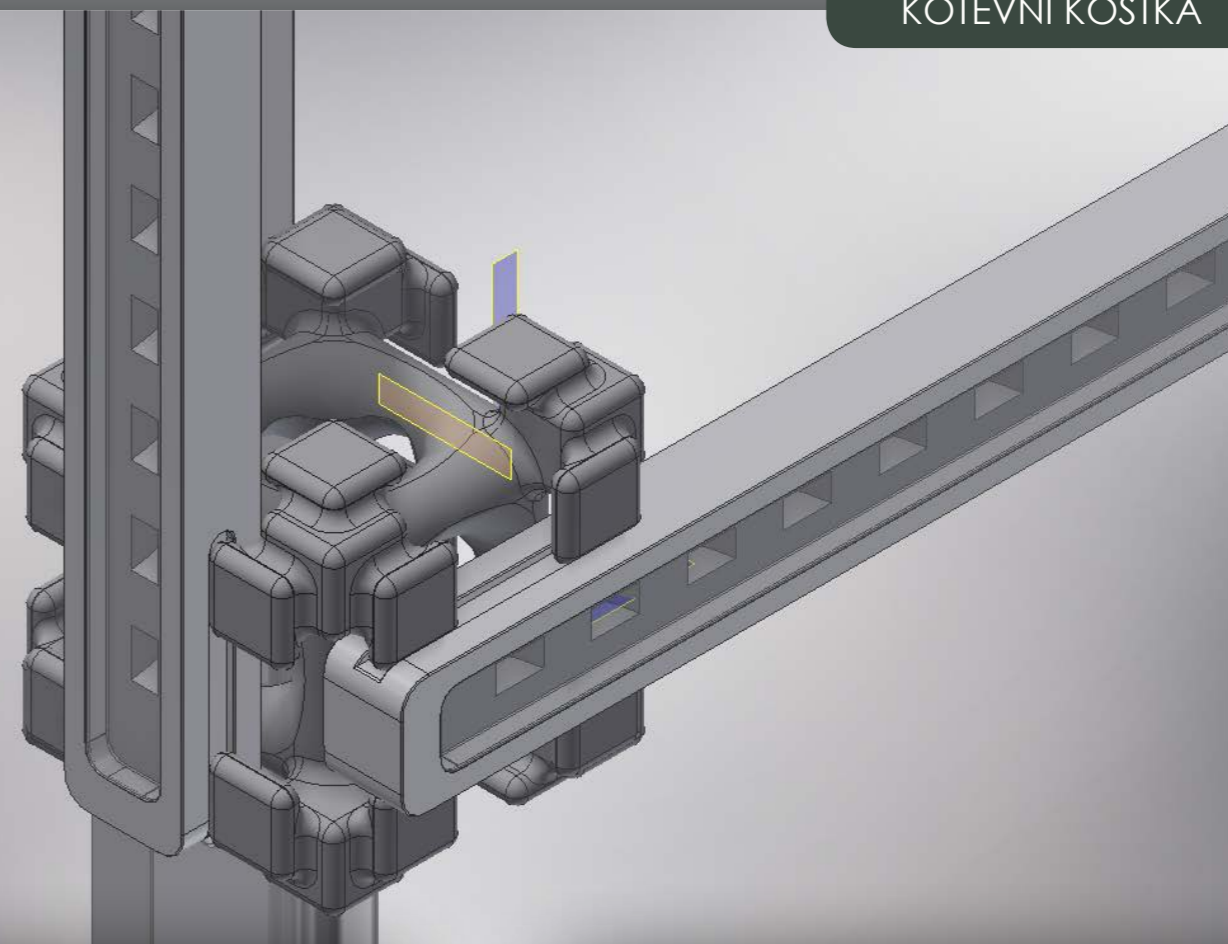
Každopádně.. Vůbec se mi nelíbilo jak vypadá stojanové svítidlo a hlavně jeho nohy a množství použitých lišt. Brouzдал jsem po internetu a hledal řešení. Nechce se mi těch 7 lišt za bezmála 20 000 zlevnit něčím jako jeklové nohy. Myslím že by bylo správné komplementovat to něčím jako u lampy Arco, tedy mramorem.

Co do hořejšku. Hraji si s drážkou a kotevními prvky, ale nic se mi nezdá jako pěkné, elegantní a modulární řešení.

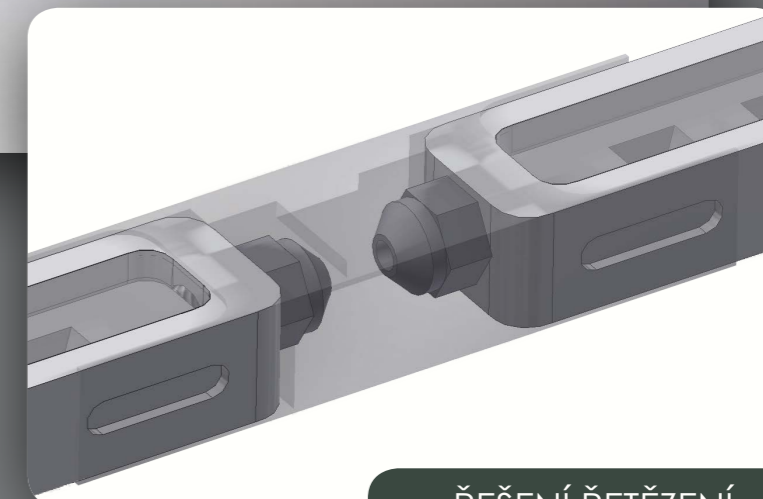
Další řešení, které mi nepřijde elegantní je řetězení. Nyní je zastoupeno nacvakávacím plastovým krytem, zakrývajícím kabelové průchodky.

Hledám lepší varianty.

KOTEVNÍ KOSTKA



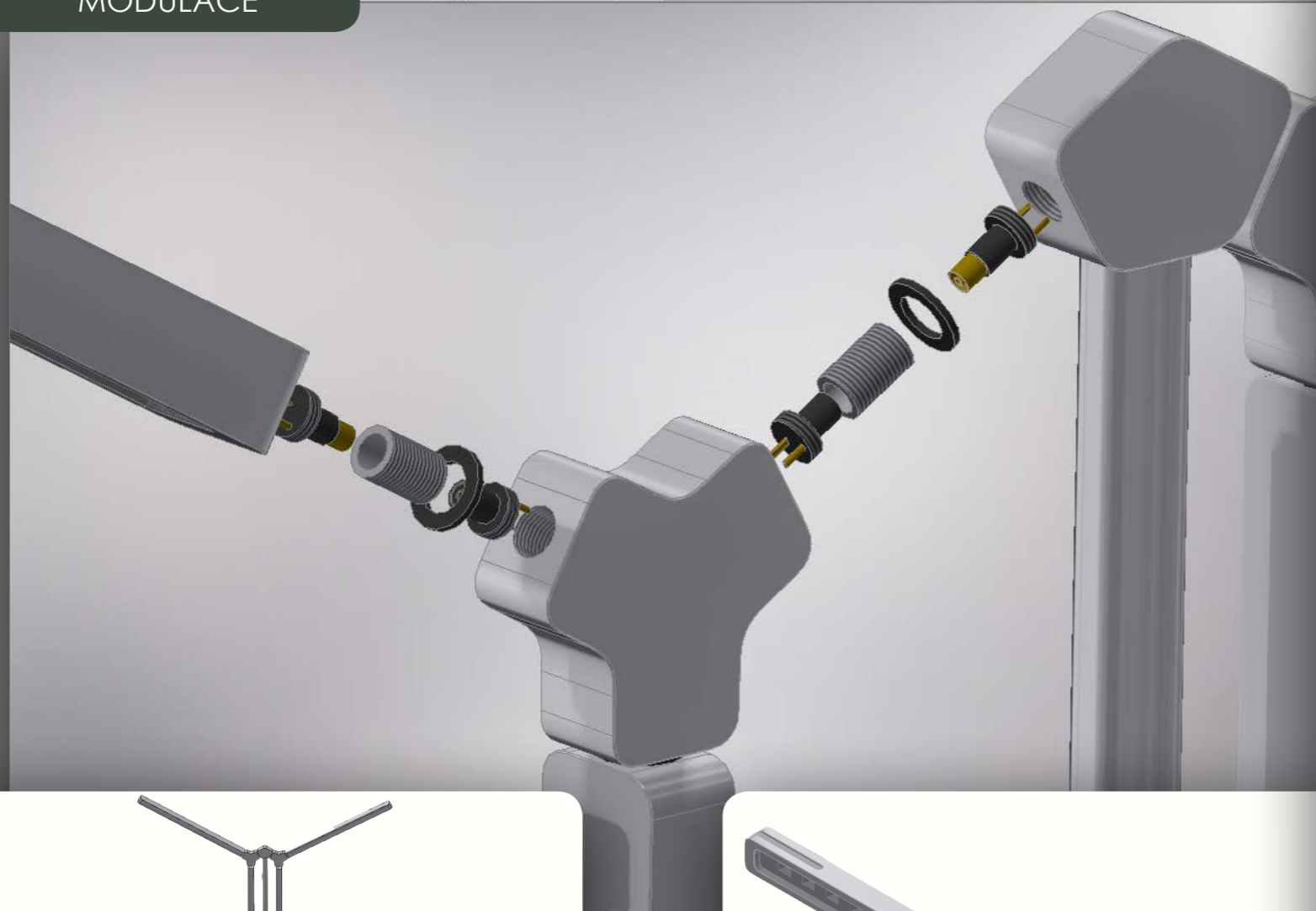
LAMPA ARCO



ŘEŠENÍ ŘETĚZENÍ

STAV
12.05.2020

MODULACE



Konečně jsem přišel na zajímavé a doplňující řešení.

Vymyslel jsem 2 jednoduché doplňkové moduly, které tvarově odpovídají Ribbonu a umožňují velké množství nekonečných sestav. V základu jde o pětiúhelník a o jakýsi Y modul. Spolu utváří pavučinu úhlů, které mohou mezi sebou lišty svírat ve všech rovinách.

K modulům jsem vymyslel konektor, který se našroubovává do závitu. Za ním se vkládá závitová trubička a gumové těsnění a napojuje se protikus. Vzniká vodotěsný spoj. Moduly se dají vůči sobě různě natočit.

Drážky jsem zredukoval na 2 od kraje. Nejsou nyní primární možností instalace, ovšem například při instalaci do zábradlí se bez nich nadá obejít. Drážka uprostřed nemá reálné využití a je tedy postradatelná.

Těž jsem zjednodušil rukojeť.



STOJAN FINÁLNÍ



DRÁŽKY A RUKOJEŤ

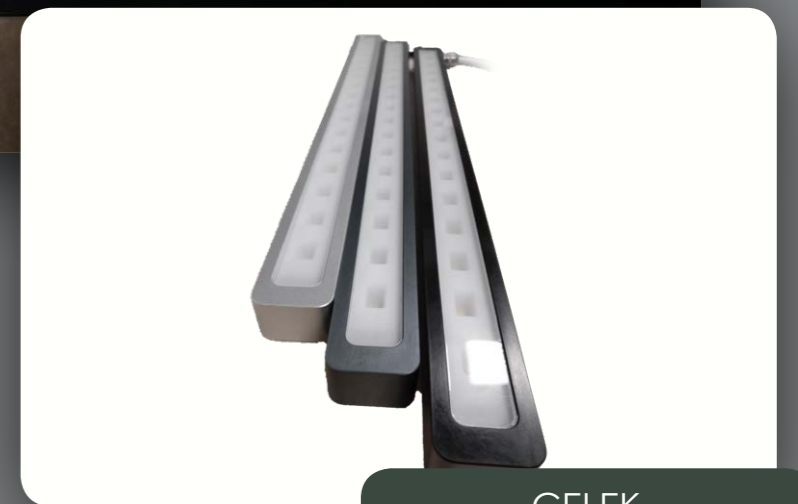
POVRCHOVÉ ÚPRAVY

Hliník je velmi vděčný materiál a má dobrou korozní odolnost. Přesto mu neuškodí dodatečná úprava.

Základní povrchovou úpravou je pískování balotinou. Vzniká tak rovnoměrný matný povrch.

Dodatečně jsme zkoušeli elox v barvě antracit a černá. Tentokrát byl povrch neopracován.

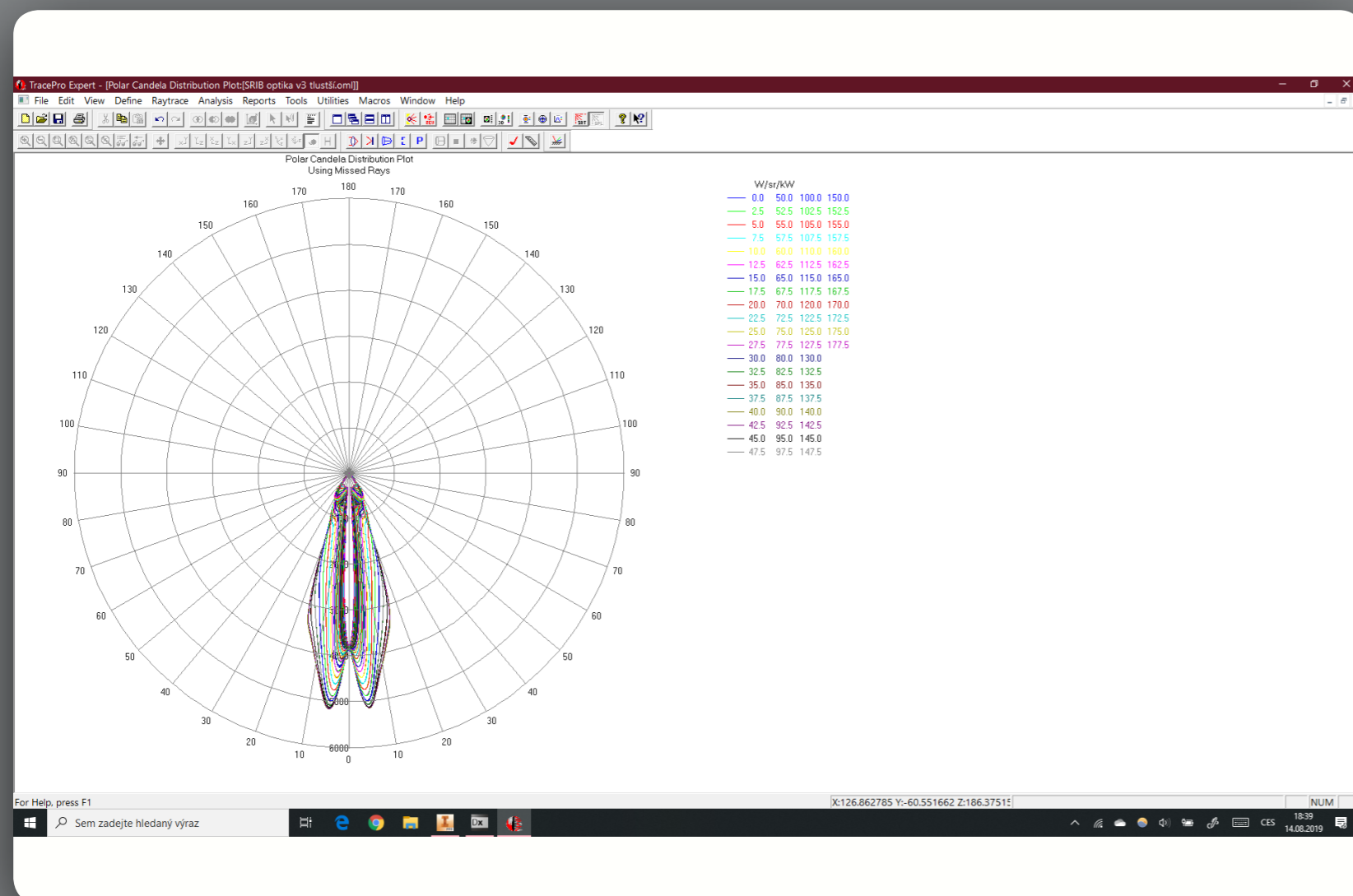
DETAIL



CELEK

OPTIKA

Zajímavostí svítidla je prakticky unikátní práce s vyzářeným světlem. Optika je navržena neobvyklým způsobem, kdy se využívá vlastností materiálu POMc. Je to tluslucenční plast, který se dá snadno obrobít do hladkých odrazivých povrchů. To umožňuje nejen rozptýlit, ale i usměrnit světlo skrze vyfrézovaný reflektor. Ve finále máme příjemný na pohled kus, nedráždící oči a parametrizovaný úhel svícení.



TECHNICKÉ PARAMETRY SVÍTIDLA SATHEON R

Příkon celého svítidla:	1-15 W
Teplota chromatičnosti:	2700 K standard, 4000 K alt.
Světelný zdroj:	Samsung LH351B
Počet a typ LED modulů:	2 x ST-16
Optika:	Difusní POM-C
CRI (Ra):	(min) 82 %
Operační teplota:	- 40°C / 80°C
Napájecí napětí:	210 - 240 VAC
Nárazový proud	40 A
Kmitočet	45-60 Hz
Celková světlená efektivita svítidla:	80,3 %

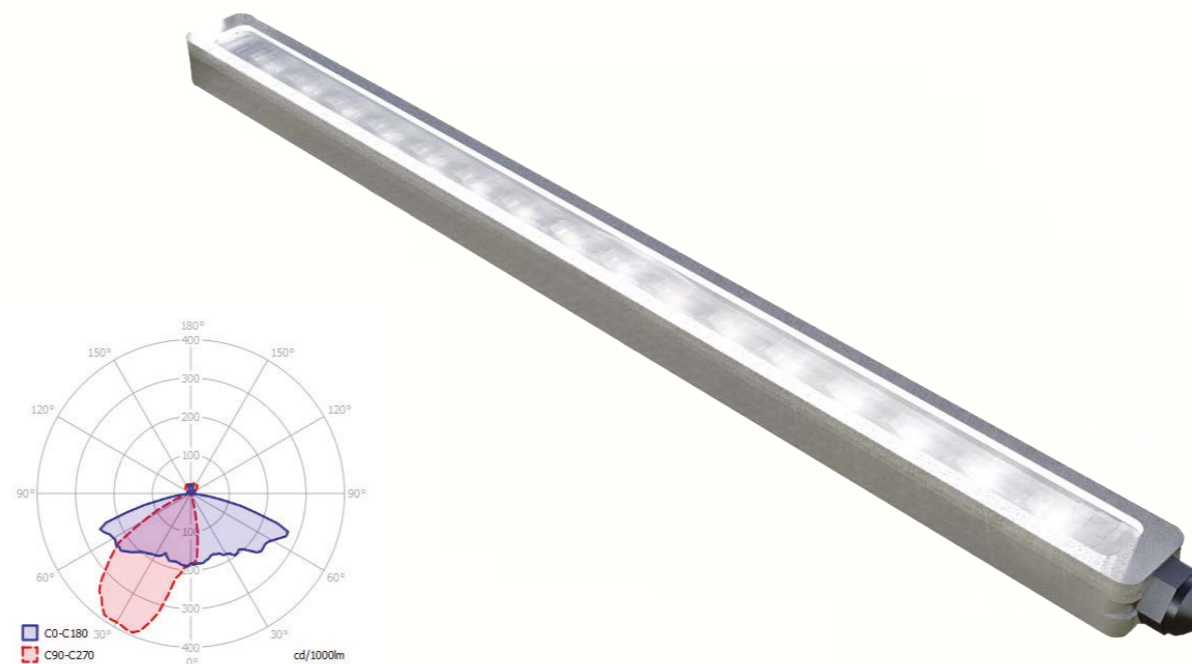
Krytí	IP65
Kód IK	IK10 - vysoká odolnost
Odolnost EMC	ANO
Přepětová ochrana	ANO
Tepelná pojistka	ANO
Životnost	75000 hodin*
Barva	Přírodní hliník
Rozměry (v/š/d)	76/76/753 mm
Váha	1,3 kg

* Při standardním celonočním provozu svítidel odpovídá 75000 hodin přibližně 20 letům.

Svítidla Satheon R jsou ve shodě s požadavky následujících norem:

IEC/EN 61347-1	IEC/EN 61347-2-13
IEC/EN 62031	IEC/EN 60598-1
IEC/EN 60598-2-3	IEC/EN 62471
EN 55015	EN 61000-3-2
EN 61547	

Výrobek je ve shodě se základními požadavky nařízení vlády č. 118/2016 Sb. v platném znění a může být použit jako podklad pro Prohlášení o shodě podle zákona č. 22/1997 Sb. o technických požadavcích na výrobky.



Křivka svítivosti SATHEON R

Příkon 1- 15 W
 Teplota chromatičnosti 2700 K
 Světelný tok 143 - 1665 lm
 Účinnost 143 - 111 lm/W
 Celková efektivita svítidla 80,3 %

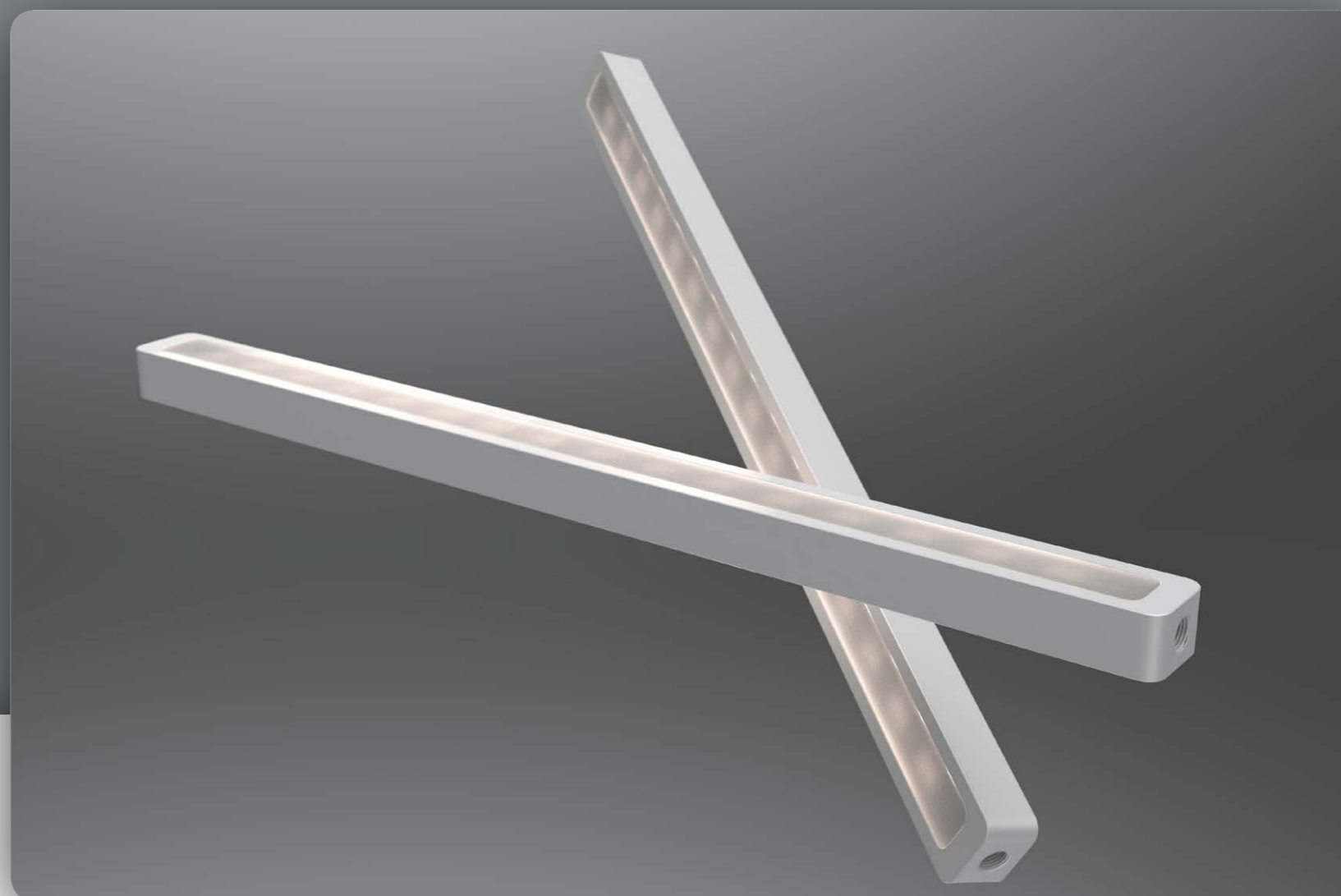
VÝSLEDNÝ NÁVRH

Modulární svítidlo Ribbon doplní jakýkoliv prostor o kvalitní svít a nestrhne na sebe veškerou pozornost. Dokáže vytvářet jednoduché a komplexní obrazce v libovolné poloze. Optika mu dovolí splynout s okolím a jas nebije do očí.

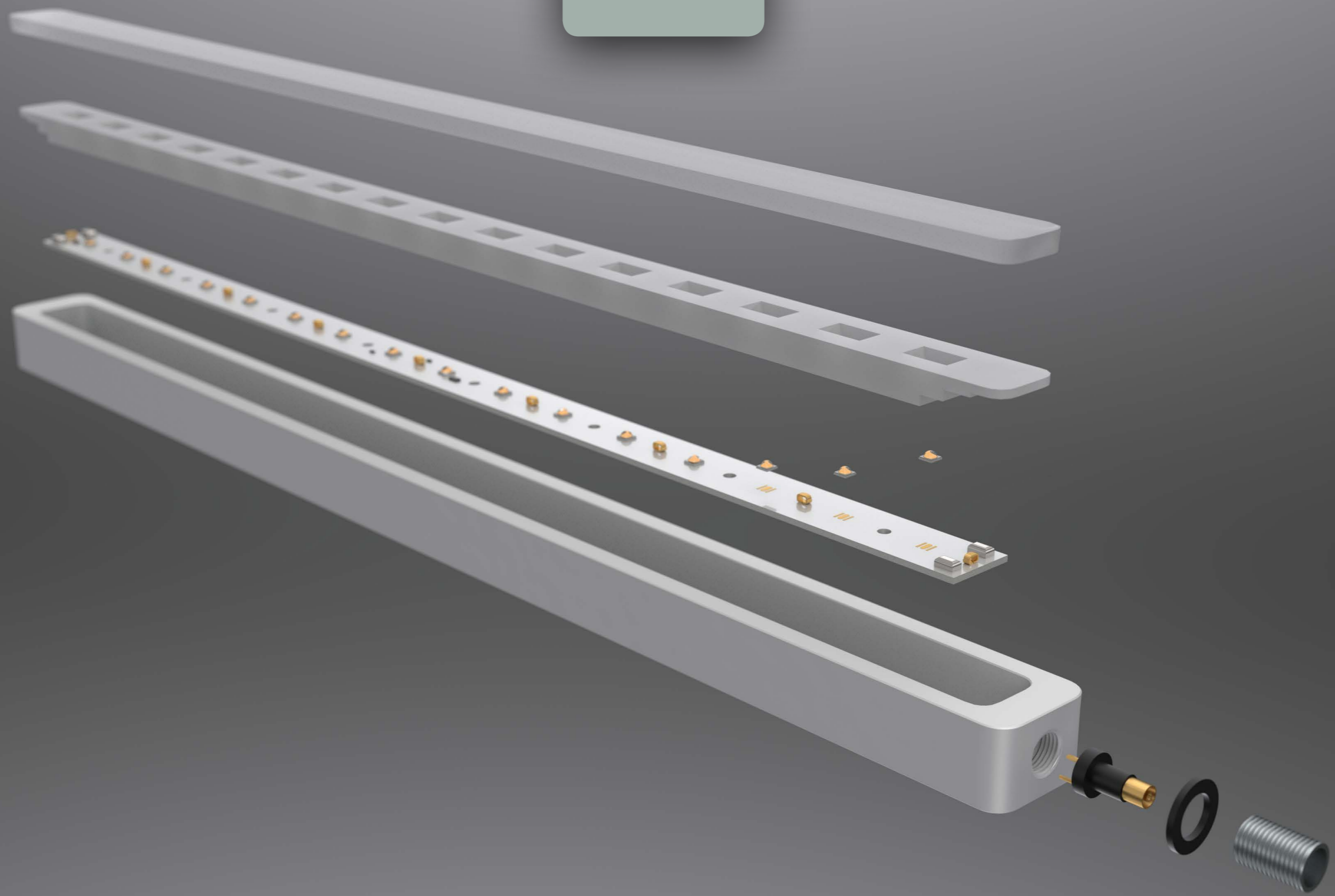
Technologie LED zajistí kvalitní světlo v požadovaném odstínu. K dispozici jsou 4000K, 2700K a 2200K. Kromě toho je možné osadit čip speciálními Horticulture diodami, které zajistí plné spektrum pro pěstování rostlin.

MINIMALISTICKÝ
DESIGN

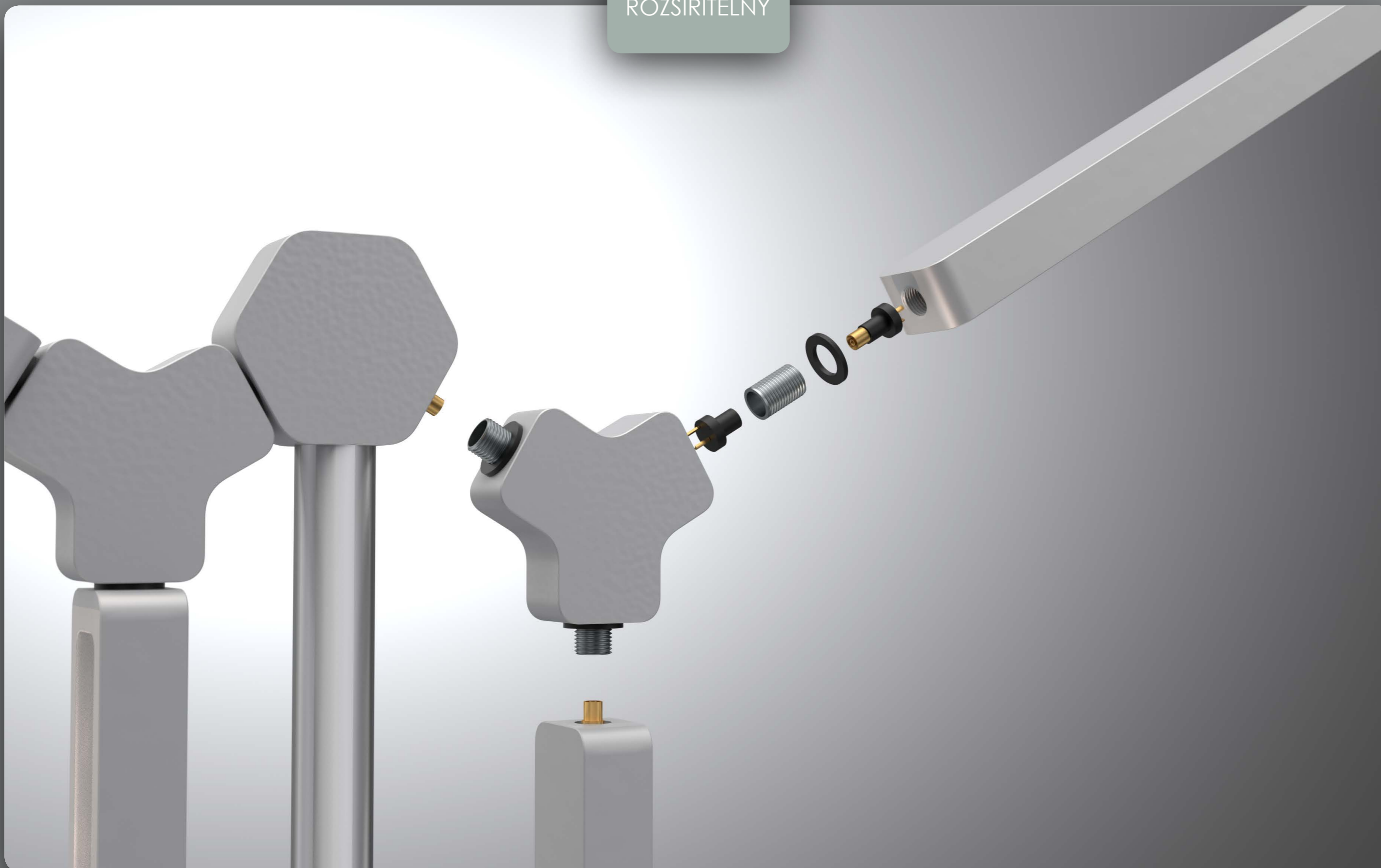
Hladký a ničím nenarušený tvar s neviditelným spojovacím materiálem.



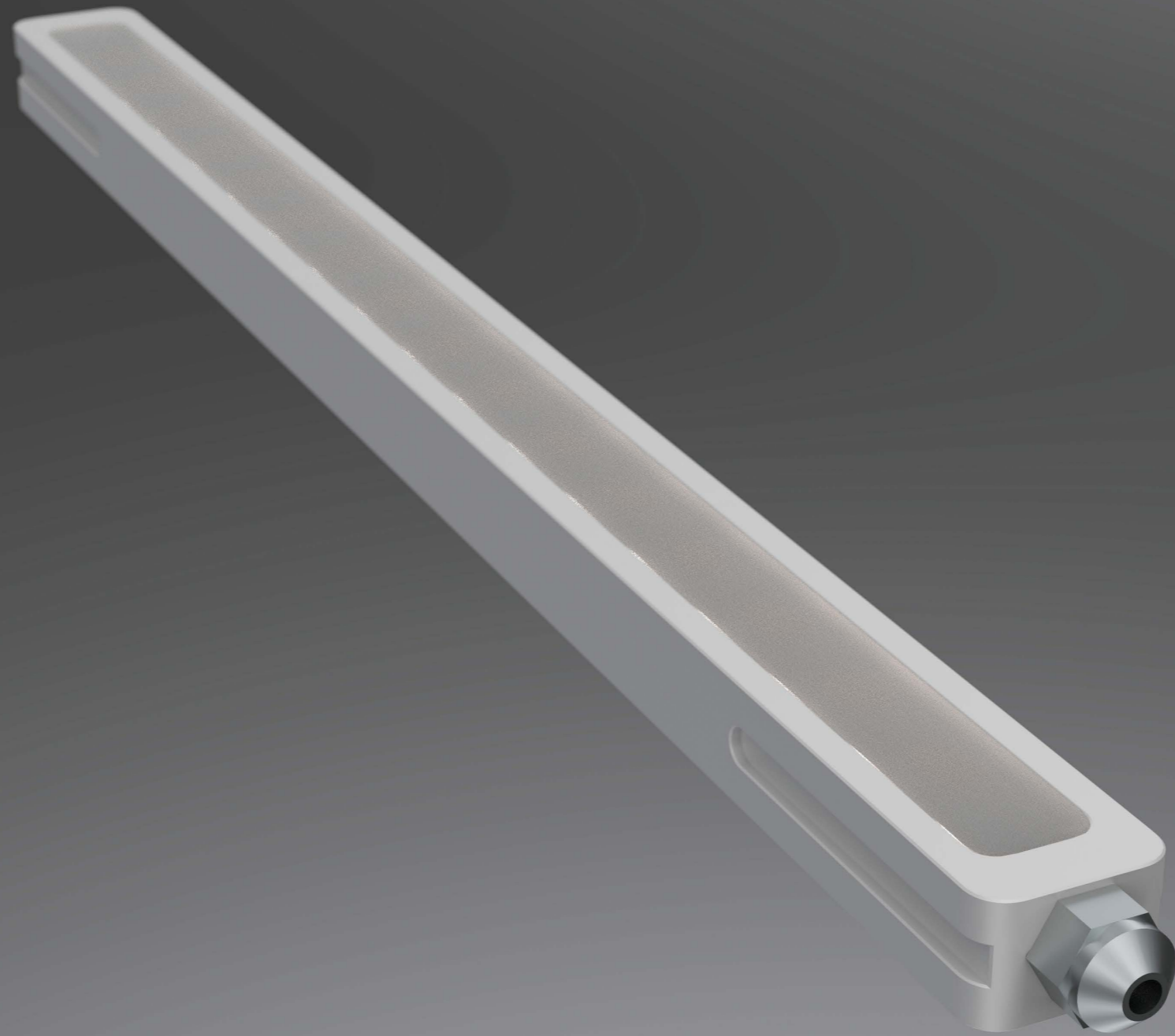
JEMNÉ DETAILY



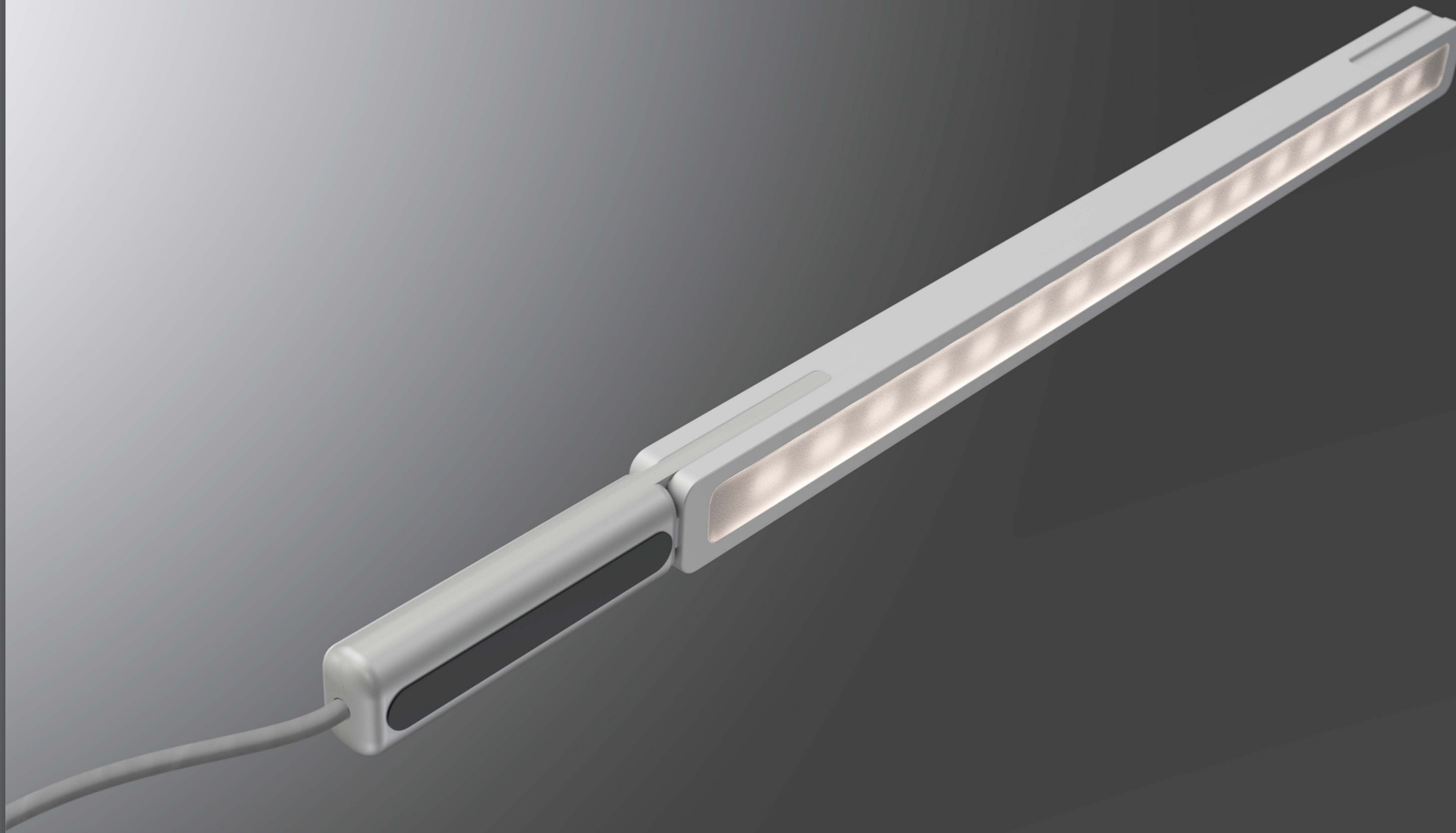
NEKONEČNĚ
ROZŠÍRITELNÝ



ATYPICKÉ
VARIANTY



RŮZNÉ
DOPLŇKY

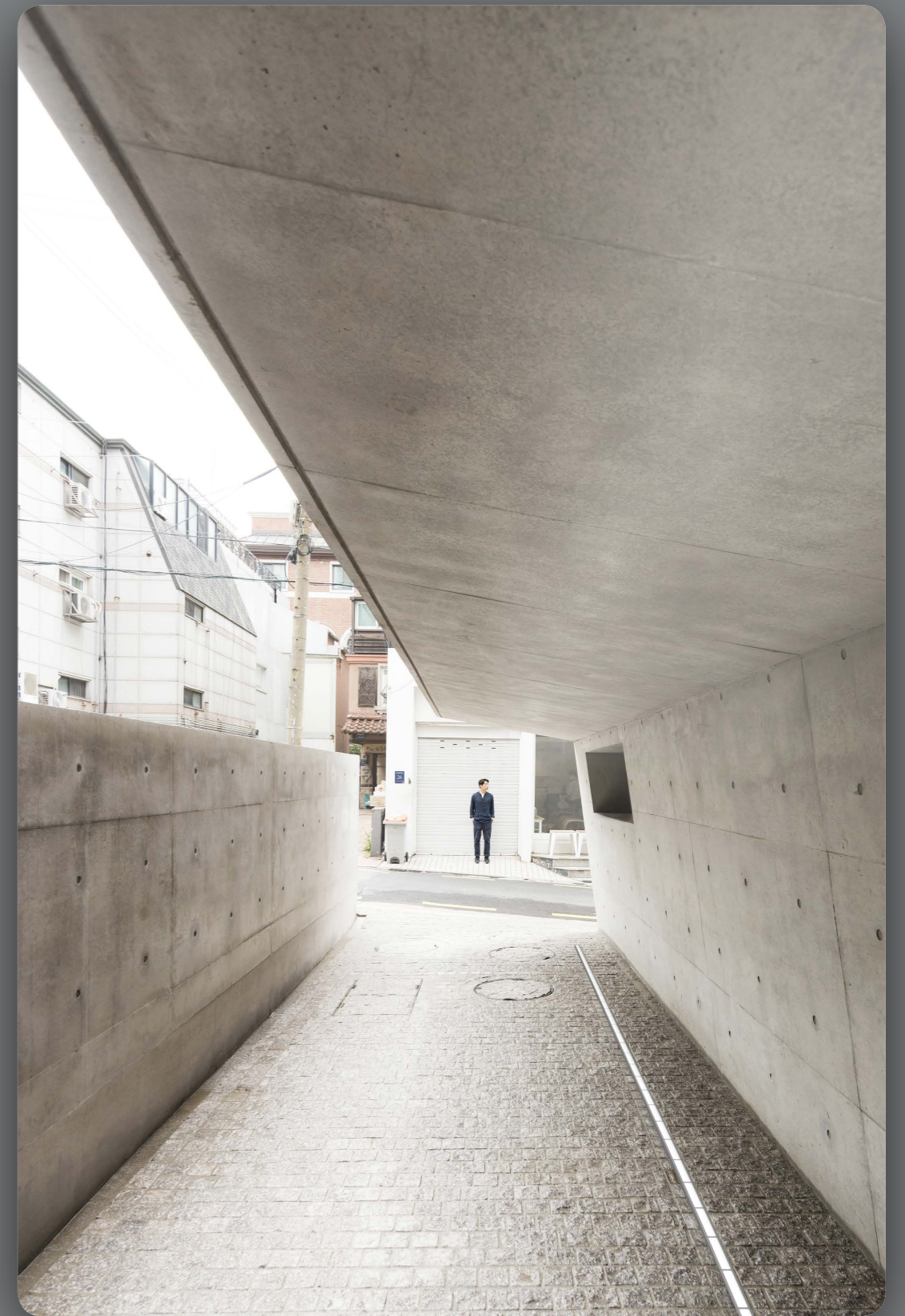
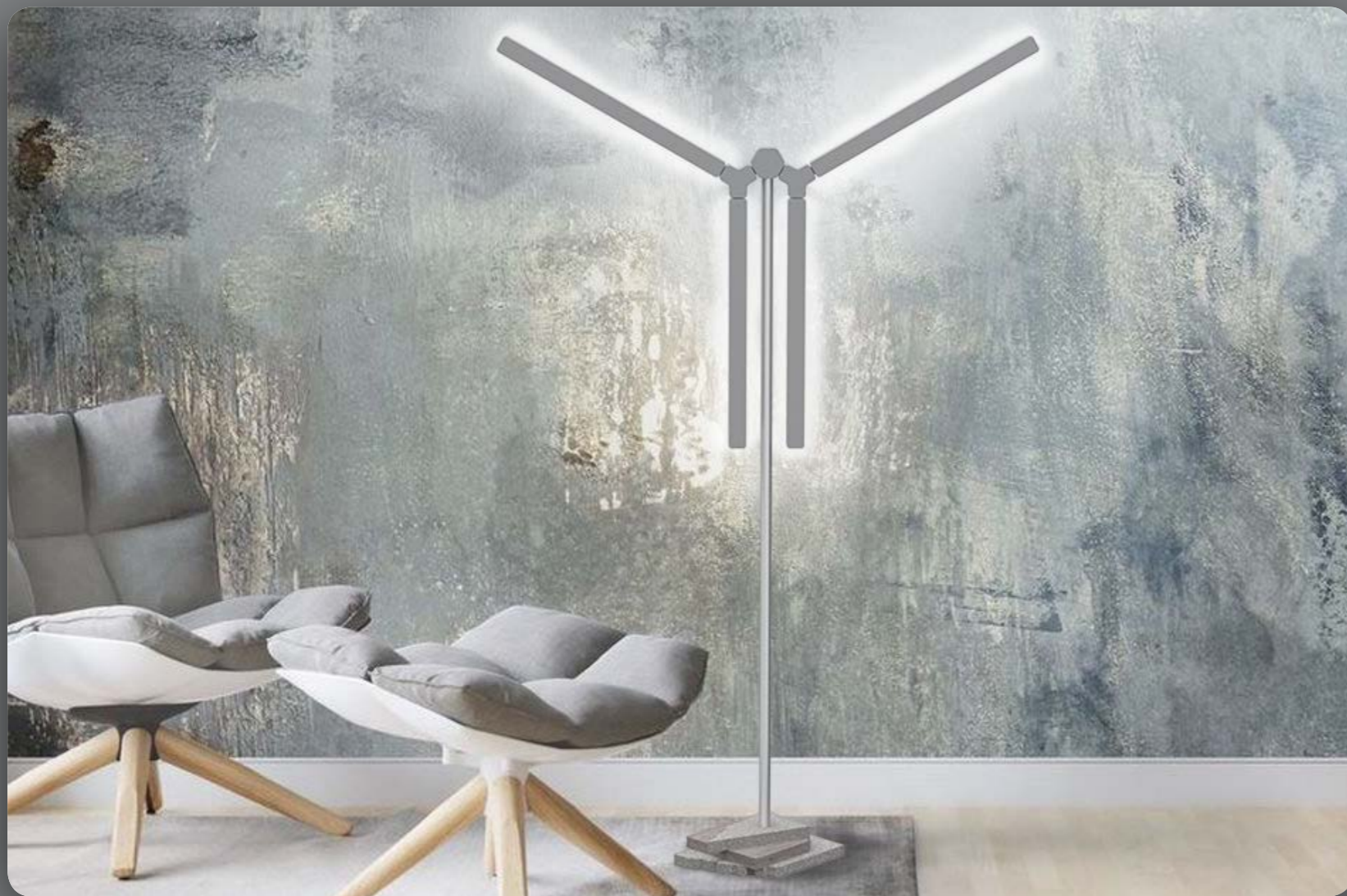


VARIANTY MODULACE

Zde chci ukázat, že když říkám modulární, tak to opravdu myslím. Uvádím několik příkladů jak se dají svítidla použít a jak se dají poskládat dohromady.

VENKU I DOMA

Ať už potřebujete dostat světlo kamkoliv,
Ribbon se nebude bát i lehnout pod vaše nohy.





MALÝ A VELKÝ

Díky modulaci jste schopni tvořit malé i velké sestavy a obrazce. Jak v ploše, tak v prostoru.



TÝMOVÝ HRÁČ

Jelikož nestrhne na sebe veškerou pozornost, může pokrývat větší plochy a hrát se sobě rovnými.



ZÁVĚR

Světla nás obklopují všude kam se vydáme. Existují nekonečná množství světelných designů a stále se vyvíjející technologie.

Chtěl jsem svým dílem vnést trochu novoty do sféry, která se podle mého poslední dobou opomíjí. Neustálé inovace ve světle, které si nosíme domů, začínají projevovat stáří systémů ve veřejném osvětlení. Ale těší mě, že alespoň pouliční osvětlení zažívá renesanci a firmy bojují za to kdo osvítí novými smart svítidly další obec.

Hodně jsem se během tohoto projektu naučil, hlavně ve sféře tvorby produktů, které mají vydržet, což rozhodně použiji ve své další tvorbě. A jsem rád že je dílo takřka u konce. Budou ho ale ještě čekat zkoušky, certifikace a další vývoj.

PODĚKOVÁNÍ

Chtěl bych poděkovat celému týmu **SATHEA VISION**,
za poskytnutí platformy pro tvorbu a podniknutí vývoje
nápadu a jeho konzultací.
Nejvíce však oponentům:

Ředitel společnosti: **JAN HORÁK**
Ředitel pro výzkum: **ING. FILIP VANĚK**

Dále chci poděkovat vedení Ateliéru Fišer za veškeré
konzultace a směřování i v časech naprostého chaosu
a zoufalství, které nám přinesla pandemie. Velice si
vážím veškerých názorů, pomohly totiž tvarovat výsledný
produkt.

Vedoucí ateliéru: **prof. Akad. arch. JAN FIŠER**
Odborný asistent: **M.A. HENRIETA NEZPĚVÁKOVÁ, Ph.D.**

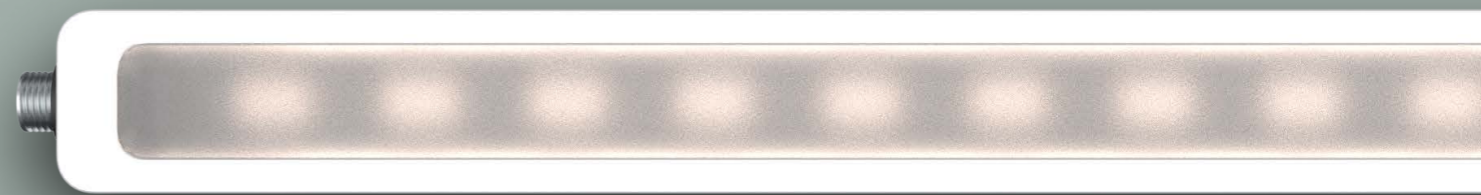
Nakonec bych rád poděkoval rodině a snoubence za
psychologickou a finanční podporu, a za rady ohledně
estetiky. Bez případného uživatele by totiž celý projekt
neměl smysl.

ZDROJE

- 1 LIBERMAN, Jacob. Světlo - Lék budoucnosti. Blue step, 2006.
- 2 Modré světlo: Pomáhá nebo škodí? [online]. Dostupné z: <http://modresvetlo.cz/#problematika>
- 3 Sunlight - Wikipedia. [online]. Dostupné z: <https://en.wikipedia.org/wiki/Sunlight>
- 4 RUDENKO, Kristian. Veřejné osvětlení - Historie a současnost: Počátky - éra před industrializací. Praha, 2019. Seminární práce. ÚPD FA ČVUT.
- 5 Oil lamp encyclopedia. clocks, barometers and oil lamps [online]. Copyright © 2020 [cit. 31.05.2020]. Dostupné z: <https://www.delite.dk/827/oillampencyclopedia>
- 6 Plynové lampy. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2020-05-23]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Ve%C5%99ejn%C3%A9_osv%C4%9Btlen%C3%AD#Pochodn%C4%B9_plynov%C3%A9_a_jin%C3%A9_plamenov%C3%A9_lampy
- 7 Elektrotechnika v Praze. Praha: Elektrotechnický svaz československý, 1930. Dostupné online. - kapitola Jaroslav Veselý : Padesát let Křižíkovy obloukovky, s. 3-6.
- 8 LOBSEY, Ian. City of light. Australia: Peel-Cunningham County Council, 1988. ISBN 13: 9780731657780.
- 9 The Mercury Vapour Lamp. Welcome to the Museum of Electric Lamp Technology [online]. Dostupné z: <http://www.lamptech.co.uk/Documents/M1%20Introduction.htm>
- 10 The Low Pressure Sodium Lamp. Welcome to the Museum of Electric Lamp Technology [online]. Dostupné z: <http://www.lamptech.co.uk/Documents/SO%20Introduction.htm>
- 11 TYPES OF LAMP. Time Luminaries Sdn Bhd [online]. Dostupné z: <http://www.neon-lighting.com/articles/Types%20of%20Lamps.htm>
- 12 RUDENKO, Kristian. Veřejné osvětlení - Historie a současnost: LED osvětlení - současné technologie. Praha, 2019. Seminární práce. ÚPD FA ČVUT
- 13 Historie zářivky. Grundlagen der Elektrotechnik und Elektronik [online]. Dostupné z: <https://riverglennapt.com/cs/fluorescent-lamp/411-history-of-fluorescent-lamp.html>
- 14 Zářivka – Wikipedie. [online]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Z%C3%A1%C5%99ivka>
- 15 Historie LED diody. Vítejte v LEDVANCE [online]. Copyright © 2020, LEDVANCE GmbH. Všechna práva vyhrazena. [cit. 23.05.2020]. Dostupné z: <https://www.ledvance.cz/produkty/znalosti-produktu/zaklady-o-led/historie-technologie-led/index.jsp>
- 16 Koninklijke Philips Electronics N.V. Lighting world first: Philips breaks 200 lumens per watt barrier. 2013, , 3. Dostupné také z: <https://www.philips.com/consumerfiles/newscenter/main/design/resources/pdf/Inside-Innovation-Backgrounder-Lumens-per-Watt.pdf>
- 17 Co znamená u LED hodnota CRI?. LED osvětlení - Velkoobchod, maloobchod - LEDme s. r. o. [online]. Copyright © 2015 LEDme s. r. o. [cit. 23.05.2020]. Dostupné z: https://ledme.cz/textove-novinky/6_co-znamena-u-led-hodnota-cri.html
- 18 Jaké jsou výhody LED žárovek ? | LEDsviti.cz. LED osvětlení - velký výběr za dobré ceny | LEDsviti.cz [online]. Copyright © [cit. 23.05.2020]. Dostupné z: <https://www.ledsviti.cz/blog/vyhody-led-zarovek/>
- 19 LED – Wikipedie. [online]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/LED>
- 20 Why Rounded Corners Are Easier on the Eyes. UX Movement: User experience design articles [online]. Copyright © Copyright UX Movement. All rights reserved. [cit. 23.05.2020]. Dostupné z: <https://uxmovement.com/thinking/why-rounded-corners-are-easier-on-the-eyes/>

OBRAZOVÉ ZDROJE

- <1> File:1.jpg. - nginx. Dostupné z: <https://ak1.picdn.net/shutterstock/videos/12540761/thumb/1.jpg>
- <2> File: pole-derevy-a-trava-luchi-ten.jpg - imgfon.ru. Dostupné z: <https://imgfon.ru/Images/Download/Crop/2048x1152/Nature/pole-derevy-a-trava-luchi-ten.jpg?img.20>
- <3> File:Solar Spectrum.png - Wikimedia Commons. [online]. Dostupné z: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Solar_Spectrum.png
- <4> File: solar-spectrum-graph.jpg - lumigrow.com. [online]. Dostupné z: <https://i0.wp.com/www.lumigrow.com/wp-content/uploads/2020/04/solar-spectrum-graph.jpg?resize=1024%2C583&ssl=1>
- <5> Lightwell B.V. Amsterdam | Design & Smart Lighting [online]. Copyright © [cit. 22.05.2020]. Dostupné z: <https://lightwell-g5ofzstup.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2018/11/Schermafdruk-2018-11-26-16.37.56.png>
- <6> Ocean Optics Red Tide VIS-NIR Spectrometer. Candle Flame. - ppt download. SlidePlayer - Upload and Share your PowerPoint presentations [online]. Copyright © 2020 SlidePlayer.com Inc. [cit. 22.05.2020]. Dostupné z: <https://slideplayer.com/slide/5192116/>
- <7> Obrazem: Po Karlově mostě zase chodí lampář. Tak vypadal soumrak v Praze před sto lety – Deník N. Deník N - Nezávislý český deník [online]. Copyright © N Media a.s. [cit. 23.05.2020]. Dostupné z: <https://denikn.cz/42183/obrazem-po-karlove-moste-zase-chodi-lampar-tak-vypadal-soumrak-v-praze-pred-sto-lety/>
- <8> Thorium Spectrum | MalagaBay. MalagaBay [online]. Dostupné z: <https://malagabay.wordpress.com/2017/10/05/the-atomic-comet-carbon-cousins/thorium-spectrum/>
- <9> Twitter @SiemensCzech #siemenshistorie [online]. Copyright © [cit. 23.05.2020]. Dostupné z: <https://pbs.twimg.com/media/DaUp4PtV4AEoy8h?format=jpg&name=small>
- <10> SCA - Japanese Testing Instruments & Ball Bearings [online]. Copyright © [cit. 23.05.2020]. Dostupné z: <https://sca-shinyei.com/images/products/suga/light03.jpg>
- <11> Yle [online]. Copyright ©s [cit. 23.05.2020]. Dostupné z: https://img.yle.fi/uutiset/kotimaa/article10377987.ece/ALTERNATES/w960/hehkulamppu_halogeenilamppu.jpg
- <12> File:Spectral power distribution of a 25 W incandescent light bulb.png - Wikimedia Commons. [online]. Dostupné z: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Spectral_power_distribution_of_a_25_W_incandescent_light_bulb.png
- <13> Lighting-Gallery-net - Lantern Vision's Cam/Clear merc 80w vs Clear HPS 110w. Lighting-Gallery.net - Index [online]. Copyright © 2005 [cit. 23.05.2020]. Dostupné z: <https://www.lighting-gallery.net/gallery/displayimage.php?album=1370&pos=315&pid=70702>
- <14> TYPES OF LAMP. Time Luminaries Sdn Bhd [online]. Dostupné z: <http://www.neon-lighting.com/articles/Types%20of%20Lamps.htm>
- <15> File:LED shapes.png - [online]. Copyright © [cit. 23.05.2020]. Dostupné z: https://avatars.mds.yandex.net/get-zen_doc/175604/pub_5cbf3661569af600b33b4fe5_5cbf374870f6f500b0ddd85f/scale_1200
- <16> HCL, Human Centric Lighting, TW, Tunable White, svítidla, cirkadiánní cyklus, biodynamické osvětlení. Object moved [online]. Copyright © Beghelli S.p.A. [cit. 23.05.2020]. Dostupné z: <https://www.beghelli.it/en-cz/support/connect/HCL>
- <17> ecomaine [online]. Copyright © [cit. 23.05.2020]. Dostupné z: <https://www.ecomaine.org/wp-content/uploads/2017/06/3E2B5A08-460F-11E7-A71A-701C8854D12F.png>
- <18> SNAGGI [online]. Copyright © [cit. 23.05.2020]. Dostupné z: <http://www.snaggi.com/web/images/pics/spectrum-fluorescent-tube.png>
- <19> Best Smart Bulbs 2020: Illuminate Your Life With These Top Picks [online]. Dostupné z: <https://www.ign.com/articles/best-smart-bulbs>
- <20> [online]. Copyright © 2020 Waveform Lighting, LLC [cit. 23.05.2020]. Dostupné z: <https://www.waveformlighting.com/full-spectrum-led-lighting>
- <21> Linia C metra w Pradze - Wikiwand. [online]. Copyright © [cit. 24.05.2020]. Dostupné z: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/b/b4/Prague_07-2016_Metro_img2_LineC_Vltavska.jpg/1920px-Prague_07-2016_Metro_img2_LineC_Vltavska.jpg?1590272614756
- <22> Dj produkter - Dj bord - Musikinstrument | Djservice.se [online]. Dostupné z: <https://www.djservice.se/bilder/produkter/8/IDS0081396.jpg>
- <23> File: 4614.jpg [online]. Copyright © [cit. 24.05.2020]. Dostupné z: Modulární lištová tracková svítidla Multisystem | Compolux. Compolux - Tradiční český výrobce a prodejce moderních svítidel [online]. Dostupné z: <https://www.compolux.cz/modularni-listova-trackova-svitidla-multisystem/t1067>
- <24> File: 4615.jpg [online]. Copyright © [cit. 24.05.2020]. Dostupné z: Modulární lištová tracková svítidla Multisystem | Compolux. Compolux - Tradiční český výrobce a prodejce moderních svítidel [online]. Dostupné z: <https://www.compolux.cz/modularni-listova-trackova-svitidla-multisystem/t1067>
- <25> File: 4616.jpg [online]. Copyright © [cit. 24.05.2020]. Dostupné z: Modulární lištová tracková svítidla Multisystem | Compolux. Compolux - Tradiční český výrobce a prodejce moderních svítidel [online]. Dostupné z: <https://www.compolux.cz/modularni-listova-trackova-svitidla-multisystem/t1067>
- <26> LED strips Aliexpress. [online]. Copyright ©P [cit. 24.05.2020]. Dostupné z: <https://ae01.alicdn.com/kf/HTB1Wk4ZbsTxK1Rjy0Fgq6yovpXa5/SMD-2835-5630-5050-60-120-240-480LEDs-m-RGB-LED-Strip-5M-300-600-1200.jpg>
- <27> CRI – Quality of Light Explained | Lumicrest High CRI LED Lighting. Lumicrest High CRI LED Lighting | Professional LED Lighting [online]. Dostupné z: <https://lumicrest.com/cri-quality-of-light-explained/>
- <28> HALLA - Osvětlovací systém FLumo-S. [online]. Dostupné z: <https://www.halla.cz/flumo-s>
- <29> HALLA - Produkty. [online]. Dostupné z: <https://www.halla.cz/produkty>



WWW.RUDEN.DESIGN