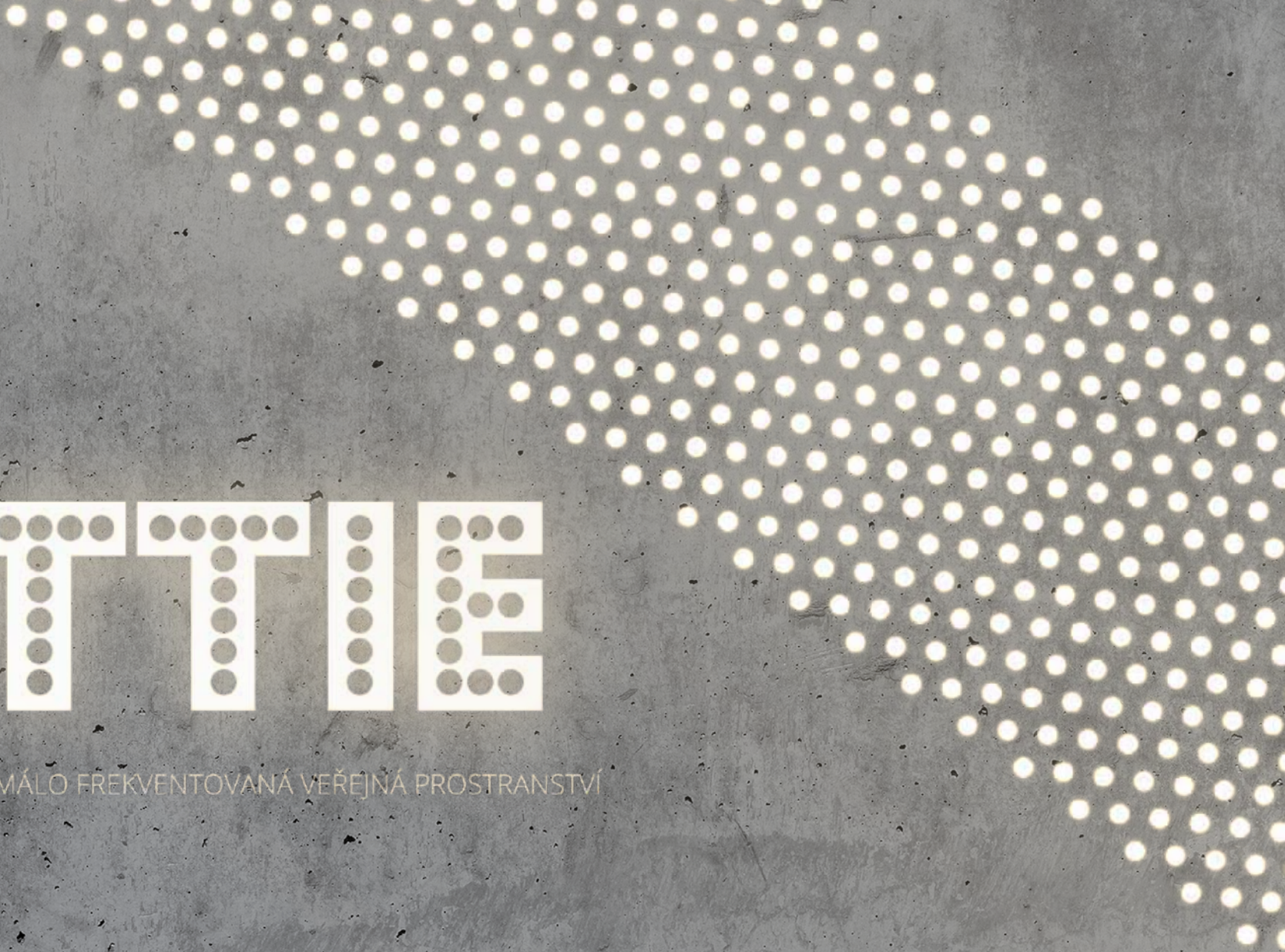




# DOTTIE

OSVĚTLOVACÍ A NAVIGAČNÍ SYSTÉM PRO MÁLO FREKVENTOVANÁ VEŘEJNÁ PROSTRANSTVÍ



České vysoké učení technické v Praze, Fakulta architektury

2/ ZADÁNÍ diplomové práce

Mgr. program navazující

Jméno a příjmení: Zuzana Jirkalová

datum narození: 23. 8. 1993

akademický rok / semestr: 23 2014/2018  
obor: průmyslový design  
ústav: 15150 Ústav průmyslového designu  
vedoucí diplomové práce: prof. ak. soch. Marian Karel  
téma diplomové práce: viz přihláška na DP  
Inženýrský design - exteriér

zadání diplomové práce:

- 1/ popis zadání projektu a očekávaného cíle řešení  
Cílem je navrhnout exteriérový systém osvětlení a navigace pro veřejná prostranství se zaměřením na bezpečnost a estetiku. Vytvořit koncept osvětlovacího a navigačního systému pro veřejná prostranství, se zaměřením na bezpečnost a estetiku. Vytvořit koncept osvětlovacího a navigačního systému pro veřejná prostranství, se zaměřením na bezpečnost a estetiku.
- 2/ Pro AU/ součástí zadání bude jasně a konkrétně specifikovaný stavební program  
Pro DI/ součástí zadání budou jasně a konkrétně specifikované jednotlivé fáze projektu, které jsou nezbytnou součástí řešení  
analýza problematiky, studie, průzkumy, zpracování, fotodokumentace, realizace, technická dokumentace, materiálové řešení
- 3/ popis závěrečného výsledku, výstupy a měřítka zpracování  
plakát, portfolio na dvou kopiích, CD na dvou kopiích
- 4/ seznam dalších dohodnutých částí projektu (model)  
model 1:1, prezentace, video

Datum a podpis studenta 26. 2. 2018 Zuzana Jirkalová

Datum a podpis vedoucího DP 26. 2. 2018 Marian Karel

Datum a podpis děkana FA ČVUT 26. 2. 2018 registrováno studijním oddělením dne 26. 2. 2018

| ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| FAKULTA ARCHITEKTURY                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                         |
| AUTOR, DIPLOMANT: Zuzana Jirkalová<br>AR 2017/2018, LS                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                         |
| NÁZEV DIPLOMOVÉ PRÁCE:<br>(ČJ) OSVĚTLOVACÍ A NAVIGAČNÍ SYSTÉM PRO MÁLO FREKVENTOVANÁ VEŘEJNÁ PROSTRANSTVÍ |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                         |
| (AJ) EXTERIOR LIGHT AND NAVIGATION SYSTEM FOR PUBLIC SPACES                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                         |
| JAZYK PRÁCE: ČJ                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                         |
| Vedoucí práce:                                                                                            | Prof. ak. soch. Marian Karel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Ústav: 15150 Ústav průmyslového designu |
| Oponent práce:                                                                                            | Ing. Jakub Antoš                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                         |
| Klíčová slova (česká):                                                                                    | Transparentní beton, osvětlení, navigace, orientace, světelné znečištění, chodci, veřejný prostor                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                         |
| Anotace (česká):                                                                                          | Projekt se snaží o vyvážení správného využití umělého osvětlení v exteriéru, požadavků člověka i okolního prostředí a přírody. Vytvořila jsem koncept osvětlovacího a navigačního systému pro veřejná prostranství, se zaměřením snížit přebytké svícení a využít běžných pouličních lamp. A to i se zachováním pocitu bezpečí.                                                                                       |                                         |
| Anotace (anglická):                                                                                       | This project is trying to balance issues of proper usage of artificial light in exterior, light pollution, human and environmental aspect. I created a concept of exterior light system for public spaces to eliminate the overlighting with classic lamps, but still make people feel safe. Also this system creates visual identity of the area, mainly because of transparent concrete, making it more attractive. |                                         |

Prohlášení autora

Prohlašuji, že jsem předloženou diplomovou 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 podpis autora-diplomanta

*This project is trying to balance issues of proper usage of artificial light in exterior, light pollution, human and environmental aspect. I created a concept of exterior light system for public spaces to eliminate the overlighting with classic lamps, but still make people feel safe. Also this system creates visual identity of the area, mainly because of transparent concrete, making it more attractive.*



Projekt se snaží o vyvážení správného využití umělého osvětlení v exteriéru, požadavků člověka i okolního prostředí a přírody. Vytvořila jsem koncept osvětlovacího a navigačního systému pro veřejná prostranství, se záměrem snížit přebytečné svícení a využití běžných pouličních lamp. A to i se zachováním pocitu bezpečí.

# OBSAH

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| PŘEDMLUVA                     | 5  |
| PODĚKOVÁNÍ                    | 6  |
| REŠERŠE                       | 7  |
| - SVĚTELNÉ ZNEČIŠTĚNÍ         | 8  |
| - SMART CITY                  | 12 |
| - BEZPEČNOST                  | 14 |
| - BETON                       | 16 |
| - PODOBNÉ PROJEKTY A MATERIÁL | 17 |
| - DODATEK K REŠERŠI           | 23 |
| PRŮBĚH - TESTOVÁNÍ VARIANT    | 25 |
| - TESTOVÁNÍ MATERIÁLU         | 29 |
| PROJEKT                       | 31 |
| - DOTTIE                      | 32 |
| - PREZENTOVANÝ MODEL          | 45 |
| ZÁVĚR                         | 50 |
| ZDROJE                        | 51 |

# PŘEDMLUVA

Děkuji vám, že jste se rozhodli začít do stránek právě této diplomové práce. Jako téma jsem si zvolila exteriérové noční osvětlení, řešené tak, aby bylo co nejvíce v souladu s životním prostředím, člověkem a co nejméně přispívalo ke světelnému znečištění. Po prostudování písemných zdrojů, nutných pro teoretický základ (z nichž jsem vybrala to nejpodstatnější a vložila do kapitoly rešerše), jsem se snažila o vyvážení někdy téměř protichůdných problematik tak, aby vznikla ucelená práce. Po důkladné analýze a procesu navrhování je výsledkem koncept světelného a orientačního systému pro veřejná prostranství. Tato práce mapuje průběh vzniku, od prvotních návrhů, přes testování materiálových vzorků až po realizaci prototypu – části systému. Projekt jsem konzultovala s odborníky ze souvisejících oblastí, aby byl realizovatelný ve velmi blízké budoucnosti a nejednalo se o futuristickou vizi bez reálných základů.

Líbila se mi idea, že je možné pomoci životnímu prostředí něčím tak jednoduchým, jako je světlo. Po bližším prostudování problematiky světelného znečištění jsem si uvědomila, jak závažný problém to je a jak málo se mu věnuje pozornosti. Rozhodla jsem se proto řešit projekt hlavně z tohoto hlediska, i když jsem v průběhu práce nacházela další požadavky na osvětlení veřejného prostranství. Netvrdím, že jsem obsáhla vše – ani nevím, jestli to lze. Snažím se o smysluplné vyvážení, což není (jak jsem zjistila) jednoduchý úkol a budu se o jeho vyřešení pokoušet i do budoucna. Jak se mi to během práce dařilo zhodnotím na konci.

# DĚKUJI...

...především vedoucímu práce prof. ak. soch. Marianu Karlovi a jeho odbornému asistentovi MgA. Josefu Šafaříkovi, DiS.,Ph.D. za několik let vedení, zpětné vazby, trpělivosti a skvělého přístupu k vystresovaným studentům. Také Regině Jírkalové, Ondřeji Rakušanovi a dalším členům rodiny za vše, především nezměrnou podporu. A v neposlední řadě všem zainteresovaným Tomášům, Lenkám, Kubům, Petrům, Ferdovi a dalším odborným konzultantům, bez nichž by nebylo možné teorii ani model poskládat dohromady.



# REŠERŠE

## SVĚTELNÉ ZNEČIŠTĚNÍ

Světelné znečištění je v poslední době často používaný pojem a konečně se o něm začíná více diskutovat. Definovat ho lze jako soubor nepříznivých účinků umělého osvětlení, které mají vliv na různé oblasti – lidské zdraví, ekologii, ekonomiku nebo bezpečnost. Původcem může být jakýkoli umělý světelný zdroj.

Nejedná se jen o tzv. „světelný smog“, tj. zářící noční oblohu nad městy v důsledku rozptylu světla v atmosféře, ale i o světlo oslňující, se zbytečně velkou intenzitou a případně s přesahem do míst, kde je nežádoucí. Jako měřítko slouží jas oblohy a je alarmujícím zjištěním, že pod více či méně světelně znečištěnou oblohou žije 83% světové populace a množství ve světě každým rokem narůstá. Česká republika je zasažena celá a lokality s přírodní nebo přírodě podobnou oblohou se již na našem území nevyskytují. Světlo v noci je mezi odbornou veřejností vnímáno jako závažný celosvětový problém.

Světelné znečištění má vliv na mnoho oblastí. Začneme vlivem na člověka a lidským vnímáním světla vůbec. Je obecně známo, že lidské oko obsahuje dva základní fotoreceptory – tyčinky a čípky. Tyčinky jsou citlivější na hladiny osvětlení a zodpovídají za nebarevné vidění, zatímco čípky za barevné. Méně známé ale je, že oko obsahuje na sítnici třetí světločivné buňky, takzvané ipRGCs, které zajišťují primárně neobrazové vnímání intenzity okolního světla. Díky tomu tělo střídá své cykly dne a noci. Dle výzkumů je pravděpodobné, že všichni savci díky stejným receptorům a jejich fotopigmentu reagují na totožné spektrální rozmezí světla. Ukazuje se, že ideální je používání světelných frekvencí v teplé a červené části spektra s teplotou chromatičnosti do cca 3000°K.

Člověk se stejně jako ostatní živočišné druhy vyvíjel po velmi dlouhou dobu v prostředí, kde se přirozeně střídal den a noc a lidské fyziologické procesy jsou tomu přizpůsobeny. Podle denního cyklu se vyplavují i různé hormony a jejich dysbalance má negativní zdravotní důsledky. V časovém horizontu lidské evoluce došlo velmi rychle ke změnám, kdy už denní cykly neovládá příroda, ale člověk sám. Většina lidských aktivit se odehrává v interiéru pod umělým osvětlením, bez ohledu na denní dobu. Nejdůležitějším hormonem je v této souvislosti melatonin, kterému se lidově říká „spánkový hormon“. Vyplavuje se pouze v noci a za tmy, zajímavostí však je, že pro jeho produkci není nutný proces spánku.

Existuje tzv. cirkadiánní rytmus, což je cyklus přibližně 24 hodin dlouhý, během kterého probíhají v těle nejrůznější procesy (nejen spánek a bdělost, ale například i změny v teplotě, tlaku, vyplavování hormonů nebo zažívání). Můžeme jej nazvat i tzv. „vnitřními hodinami“. Cyklus má v průměru 24,2 hodin, nicméně individuálně se liší. Časový odklon může být v rozmezí 23,6 až 25,1 hodiny. Většina populace má cyklus delší než 24 hodin a neustále jej musí synchronizovat pomocí receptorů ipRGCs a světla dopadajícího na sítnici. Na tom závisí sekrece melatoninu, který začne tělo vyplavovat ve chvíli, kdy se snižuje intenzita okolního osvětlení. Nejvíce se jej produkuje v době, kdy se organismus ukládá ke spánku. Dostatečné množství melatoninu je velmi důležité, byla prokázána souvislost jeho nedostatku s rozvojem některých civilizačních onemocnění. Produkce je výrazně potlačena zdroji světla označovanými jako „studená bílá“, ale i pobytem blízko světla s jinou teplotou. Negativní vliv může mít během spánku i osvětlení s velmi malou intenzitou (např. tlumené světlo pro děti) a to v případě, že vyzářuje světlo v modrých vlnových délkách, na které je organismus velice citlivý. Můžeme tedy říci, že světlo o nízké intenzitě produkci melatoninu snižuje, ale intenzivní osvit v době noci může i úplně restovat vnitřní hodiny. Světlo vnímáme jako signál začátku dne a tělo spouští biochemické procesy pro denní aktivitu, i když by mělo odpočívat, a to organismus vyčerpává.





Ideálním stavem by bylo vůbec nepřijít do styku se zdrojem umělého světelného záření ve večerních a nočních hodinách. Je to příčinou nárůstu osob s pozdním chronotypem, kterým se říká „sovy“. Současná společnost pokládá za normální pozdní večerní aktivitu za umělého osvětlení, ale na základě toho pak dochází k dlouhodobé spánkové deprivaci. Ta výrazně přispívá k riziku vzniku civilizačních chorob. Prevencí je dodržování tzv. světelné hygieny, což znamená řízení se podle rytmu denního světla (ve dne dostatečná intenzita, v noci tma). Bohužel to lze v dnešní době označit za velmi těžce dosažitelný ideál.

Světelná technika je stále předmětem vývoje. Na veřejných prostranstvích se postupně původní zdroje světla vyměňují za nové. Ideální jsou LED zdroje s nízkou teplotou chromatičnosti, které nejen že jsou méně biologicky rušivé pro prostředí, ale také příjemnější na pohled. U světelných zdrojů s totožnou svítivostí je velmi důležitá teplota světla, protože pocitový jas je vnímán pro různé barvy světla úplně odlišně. V případě vysokého podílu modré vlnové délky je biologická účinnost světla téměř 6x vyšší než jeho účinnost vizuální. Prosazují se tendence změn teploty a intenzity osvětlení v závislosti na denní době tak, aby bylo lidem v každém momentu co nejlépe přizpůsobeno.

V následujícím odstavci představím velmi stručně některé aspekty působení nadbytku světla na přírodu. Člověkem vytvořené světelné prostředí výrazně zasahuje do přirozeného prostředí rostlin a živočichů. Lidé si mohou umělým osvětlením ovlivňovat průběh dne a volit si jej s vlastní zodpovědností, ale přírodě nedáváme na výběr. V místech, kde umělé osvětlení dosahuje dostatečné intenzity na to, aby narušovalo přirozený rytmus živočichů, dochází k ovlivnění celého společenství a potažmo ekosystému v dané lokalitě. Za zmínku stojí například přitahování hmyzu světlem, zhoršená orientace ptactva kvůli vysokým zářícím budovám, změna kvality vody pro vodní živočichy nebo výrazné zkrácení noci a tím doby lovu pro netopýry. Nadměrné osvětlení, zejména ve městech, má vliv i na rostliny. Může způsobit předčasný růst nebo pozdní opad listů a širokospektrální zdroje světla narušují fotosyntézu.

Noční obloha je považována organizací UNESCO za součást světového dědictví. K jejímu zachování vznikají tzv. oblasti tmavé oblohy. Zvláštním důsledkem světelného znečištění je nárůst turistiky provozované za účelem návštěvy tmavých oblastí, ze kterých je dobře vidět na noční nebe (tzv. astroturistika). Zejména ve Spojených Státech zaznamenává tento trend velký boom.

Ačkoli některé země mají právní úpravu pro světelné znečištění a jeho kontrolu (např. Francie, Španělsko, Velká Británie a další), v české legislativě doposud chybí. Částečně se danému tématu věnuje například část stavebního zákona a jeho prováděcí předpisy nebo Nový občanský zákoník. Ale neexistuje právní předpis, který by se problematikou zabýval komplexně a světelné znečištění není v České republice ani částečně právně ošetřené, protože i když se v zákonech mluví o jeho limitování, neexistuje údaj o přesných hraničních hodnotách a nebo orgán, který by je měřil a porušení postihoval. Požadavky na osvětlení stanovují normy, případně zákon či vyhláška pro danou situaci a oblast.

V souvislosti s designem a světelnou technikou je dobré zmínit Zákon o obecné bezpečnosti výrobků, upravující požadavky na výrobky uváděné na trh. Stanovuje, že vlastnosti, používání, rizika atd. výrobku (v tomto případě světelného objektu, zdroje...) musí být uvedeny tak, aby byl spotřebitel o všem dostatečně informován již před koupí.

Logické je, že světelné znečištění není energeticky úsporné, protože velká část světla není využita efektivně. Vždy je nutné posuzovat možnosti úspor, a to individuálně pro danou lokalitu.

Jak je tedy možné řešit světelné znečištění? Částečně se mu vyhnout nelze. Cílem jeho regulace není přestat svítit úplně, ale svítit cíleně a smysluplně. Nadbytečné světlo obvykle pochází 1. ze špatného směřování (např. špatné architektonické osvětlení silnými zdroji směrem do nebe), 2. ze svícení v době, kdy není potřeba a 3. ze světelných zdrojů v modré části spektra. Pokud budeme svítit tam, kde a kdy je to opravdu nutné, plynulým neoslňujícím světlem bez zbytečných kontrastů s tmou, ve správných barevných frekvencích a pokud budeme zvyšovat povědomí lidí o fenoménu světelného znečištění (a snad jej dříve či později ukotvíme v legislativě), jsme na dobré cestě.





## SMART CITY

Smart city je koncept, jak zlepšovat kvalitu života ve městech pomocí moderních technologií. Nemusí se nutně jednat jen o město, můžeme zde hovořit i o malých obcích, nebo naopak celých regionech. Koncept zatím není příliš rozšířený, většině českých měst a míst chybí ucelená strategie k rozvoji tímto směrem.

Metodiku „Konceptu inteligentních měst“ vydalo Ministerstvo pro místní rozvoj jako návod, jak postupovat při zavádění principů Smart cities do praxe. Řeší velmi obsáhlé stránku místní politiky, provozovatelů a investorů. V kontextu této práce je ale zajímavá součást technologická a ta, která je označována za nejtěžší – použití technologií tak, aby se zvýšila atraktivita města a zlepšil se jeho „brand“. Protože i město je svým způsobem značka a je samo sobě reklamou. V chytrém městě jsou technologie spojovány co nejvíce dohromady, zařízení jsou multifunkční a data jsou sdílená a veřejně dostupná. Rozšiřuje se monitoring oblastí různými čidly, kontrolou kvality ovzduší, sčítáním využívání jednotlivých složek, systémem nahlášení potřebných oprav systému a podobně.



## BEZPEČNOST

O vlivu prostředí na bezpečnost člověka, i ve vztahu k osvětlení, byla provedena řada výzkumů. Autoři studií se převážně shodují, že prostředí má na člověka velký vliv. V případě prevence kriminality se tak musíme zaměřit na místo, nikoli na zločince samotného. Ten je až důsledkem. Zlepšení fyzického prostředí dobrým použitím environmentálního designu je velmi důležité. Správné členění oblastí a rezidenčních čtvrtí umožňuje obyvatelům získat kontrolu a přehled. Také udržované, hezké a dobře koncipované veřejné prostranství méně svádí ke zločinům.

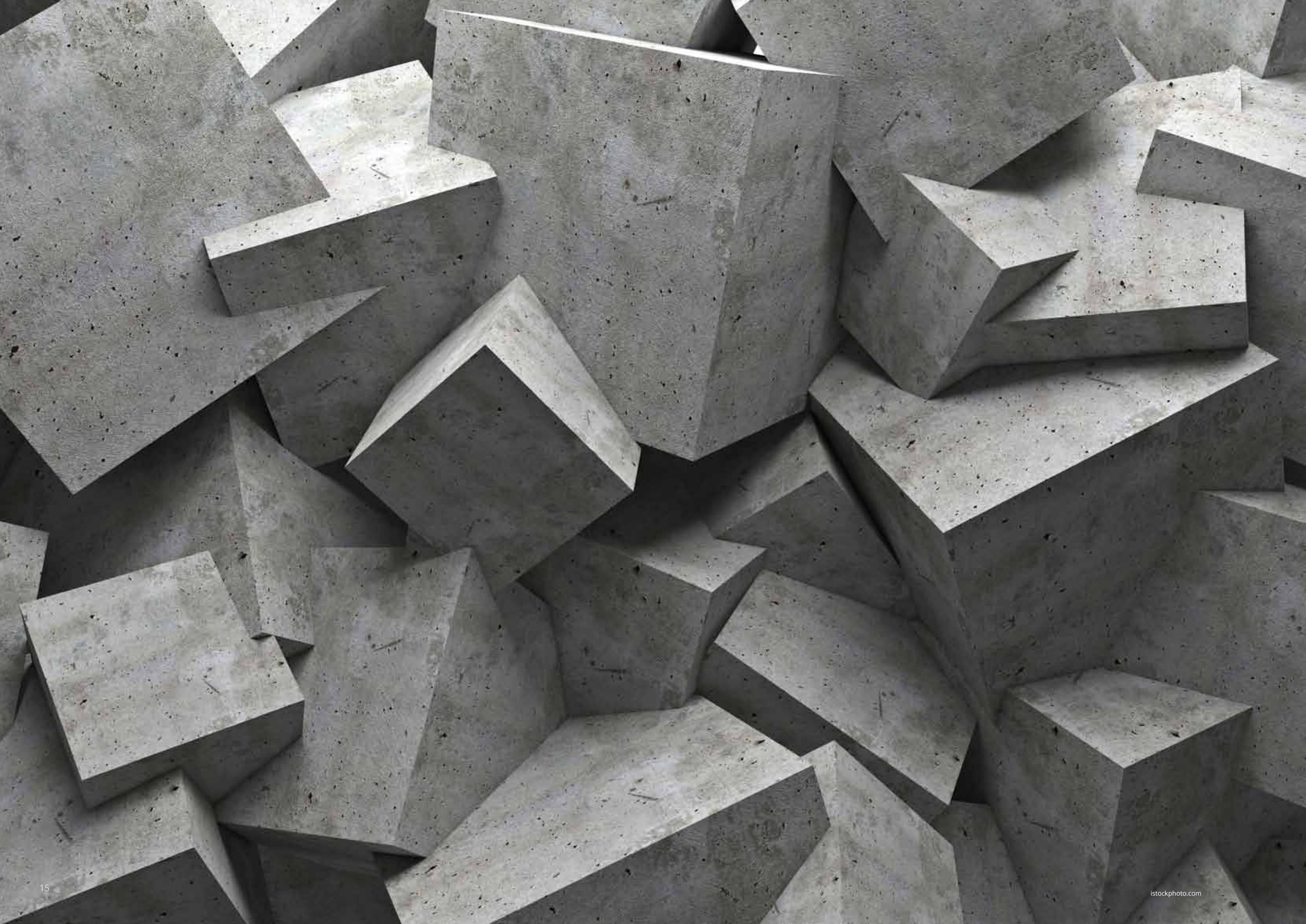
Důležité je zmínit, že roli nehraje pouze reálná kriminalita v oblasti, ale také pocity rezidentů a strach z ní. Zajímavé je, že realita a pocity nemusí souviset a pokles reálné kriminality neznamená snížení pocitu nebezpečí. Představa o bezpečném prostoru je dle výzkumů naprosto individuální a často také velmi ovlivněná médii. Ta se ve snaze zaujmout mnohem více zaobírají raritními trestnými činy, které se pak v očích diváka jeví jako naprosto běžné.

Za rizikové lokality jsou považovány mimo jiné špatně osvětlené plochy s velkou rozlohou a malou koncentrací lidí v nočních hodinách. Pocit bezpečí zvyšuje přítomnost světla v oblasti. Za bezpečnější jsou považovány soukromé prostory oproti veřejným.

Osvětlením především zajišťujeme bezpečnost provozu, a to jak na silnicích, tak pěšího (kterému se zde budu věnovat). Ano, z hlediska psychologie se člověk bude cítit lépe v oblasti, kde je velké množství světla. Jsme denní tvorové a strach ze tmy máme částečně uložený v genech. Nicméně reálná čísla spáchaných kriminálních činů nehovoří nutně pro osvětlení a špatné svícení může naopak napáchat víc škody než užitku. Proběhla řada výzkumů a nebyl prokázán žádný ověřený vztah mezi kriminalitou a umělým osvětlením (jeho stálým provozem, zhasínáním na část noci, omezením nebo úplnou absencí). Názory se velmi různí, ale faktickou informací je, že většina městské kriminality se odehrává za dne a v místech dobře pokrytých veřejným osvětlením. V místech, kde je nízký pohyb lidí, nahrazá veřejné osvětlení spíše kriminálníkovi a oběti může pouze dodat falešný pocit bezpečí. Reálně ale nic nezmění. Časté argumenty proti regulaci osvětlení v nočních hodinách se týkají právě bezpečnosti. Je zažité používat noční osvětlení jako prevenci. Jenže ono také dává zločinci lepší přehled nad místem nebo případnou obětí.

Problematické je špatné svícení, tj. vysoké kontrasty mezi tmavými a osvětlenými plochami nebo oslnění (často tzv. bezpečností osvětlení objektů provedené jako jeden velmi silný reflektor). Než špatné osvětlení, je lepší neprovozovat žádné. Také svícení v modré části spektra není vhodné, protože lidské oko ztrácí s věkem schopnost vidět modré frekvence a mnohem déle se v takovém prostoru adaptuje.





## BETON

Dle obecné charakteristiky je beton kompozitní materiál vzniklý smícháním pojiva, plniva, vody a dalších přísad v daném poměru. Existuje spousta druhů, nejpoužívanější je ten, kde je použit cement a kamenivo. První beton byl využíván již v antickém Římě a od té doby jeho popularita roste.

Po smíchání všech složek probíhají ve směsi rozličné chemické a fyzikální procesy. Dochází k hydrataci cementu a postupem času (zrání) beton krystalizuje, získává pevnost a odolnost. Pro zlepšení vlastností se do betonu vkládají výztuže z různých materiálů (železo, textil, karbon, sklo a další) nebo se vmíchávají přímo do směsi různá vlákna nebo drátky. Je více než vhodné vědět, kam přesně je beton určen a na míru dodat vhodnou směs.

Pevnost betonu závisí na jeho přísadách. Správný poměr pro specializované směsi nelze umíchat od oka, je potřeba exaktního chemického postupu. Pro výrobu transparentního betonu se obvykle používá takový, kde má kamenivo jemné zrna a předpokládám, že jsou to směsi tzv. vysokohodnotného betonu (HPC = high-performance concrete). Ten má díky použití portlandského cementu, přesných poměrů a hrubosti kameniva, přísad a využití tzv. superplastifikátorů výrazně vyšší pevnost a lepší mechanické vlastnosti než beton běžný. Významným rozdílem je jeho vysoká cena, nicméně se využívá v menším množství (větší pevnost = slabší vrstvy, tenčí konstrukce...), takže na něm lze v případě velkých aplikací ve výsledku ušetřit. Jeho výroba je navíc ekologičtější než u běžného betonu, je nutné vytěžit a vyrobit menší množství výchozích surovin. Další nevýhodou, ve které je HPC vlastně nevinno, je neochota výrobců a dodavatelů vzdělávat se v jeho výrobě i možnostech využití, a proto o něm není povědomí tolik rozšířené. Existuje také ultra vysokohodnotný beton (UHPC) s ještě lepšími vlastnostmi, ale ještě vyšší cenou. Kvůli tomu by měl být používán jen v opravdu opodstatněných aplikacích.

Ačkoli se beton může jevit jako nepřítel ekologický materiál, musíme brát v potaz celou jeho stopu včetně velmi dlouhé životnosti, po kterou výrobek/stavba při správném provedení vydrží. Poté je beton možné rozdrtit, opět použít pro stavební účely a nahradit jím přírodní zdroje, které by se musely pracně těžit. Probíhají i výzkumy přísadků jiných recyklovaných materiálů do betonu.





In: Ippinka.com [online]. 25. 5. 2015 [cit. 2018-05-13]. Dostupné z: <https://www.ippinka.com/blog/van-gogh-roosegaarde-bicycle-path-eco-friendly-beautiful/>



#### Van gogh path, Nizozemí, 2014

Cyklostezka ve městě Brabant, kde Van Gogh žil, vznikla jako pocta jeho obrazu Hvězdná noc. Vytvořil ji Nizozemský výtvarník Daan Roosegaarde ve svém Studiu Roosegaarde. Je součástí „smart highway – chytrých a udržitelných cest zítřka“, jejichž cílem je vytvořit lepší cesty za použití světla, energie a informací, které interagují s dopravní situací. To vše se snahou o co největší ekologičnost. Podle autora se lidé velmi soustředí na svá vozidla, ale mnohem méně na povrch, po kterém jezdí. Ale je to právě infrastruktura, která definuje město. Cesta využívá pro napájení solární panely v blízkém okolí, svítí použitím LED diod a světlo sběrné barvy. Ve stezce jsou různé senzory pro sběr dat a testování technologií.



In: Wyborcza.pl: Warszawa [online]. 27. 9. 2016 [cit. 2018-05-13]. Dostupné z: <http://warszawa.wyborcza.pl/warszawa/1,34862,20752021,swiecaca-sciezka-rowerowa-wyprodukowana-pod-warszawa-pierwsza.html?disableRedirects=true>

#### cyklostezka a chodník pro pěší, Polsko, 2016

Polský institut TPA sídlící v Pruszkowě má na svědomí cyklostezku v blízkosti města Lidzbark Warmiński na severu Polska, která svítí ve tmě modrou barvou. Okolo nejsou žádné další světelné zdroje a stezka má v oblasti přispět ke zvýšení bezpečnosti jízdy na kole. Jedná se o aplikaci ze strany technologů, nikoli umělecký počín. Cesta je vytvořena za použití částecek svítících ve tmě, takže není potřeba žádný vnější zdroj energie (kromě slunečního svitu). Velké svítící plochy bylo dosaženo použitím jemných zrněk s obsahem fosforu, tzv. luminoforu. Tento materiál vydrží po „nabití“ sluncem svítit až 10 hodin. Články z roku 2016 uvádí, že je stezka zatím v testovací fázi.

Návrháři stezky vybrali modrou barvu, aby korespondovala s krajinou. Ale svítící částecky je možné koupit i v různých jiných barvách. Stezka je graficky zpracovaná, na části pro cyklisty je piktogram kola a část pro pěší je ohraničena vnějšími svítícími liniemi a piktogramem chodce. Inspirací prý byla svítící Van Goghova stezka studia Roosegaarde.





In: Transmaterial: A catalog of materials that redefine our physical environment [online]. 14. 1. 2011 [cit. 2018-05-13]. Dostupné z: <http://transmaterial.net/litracon/>

#### materiál Litracon

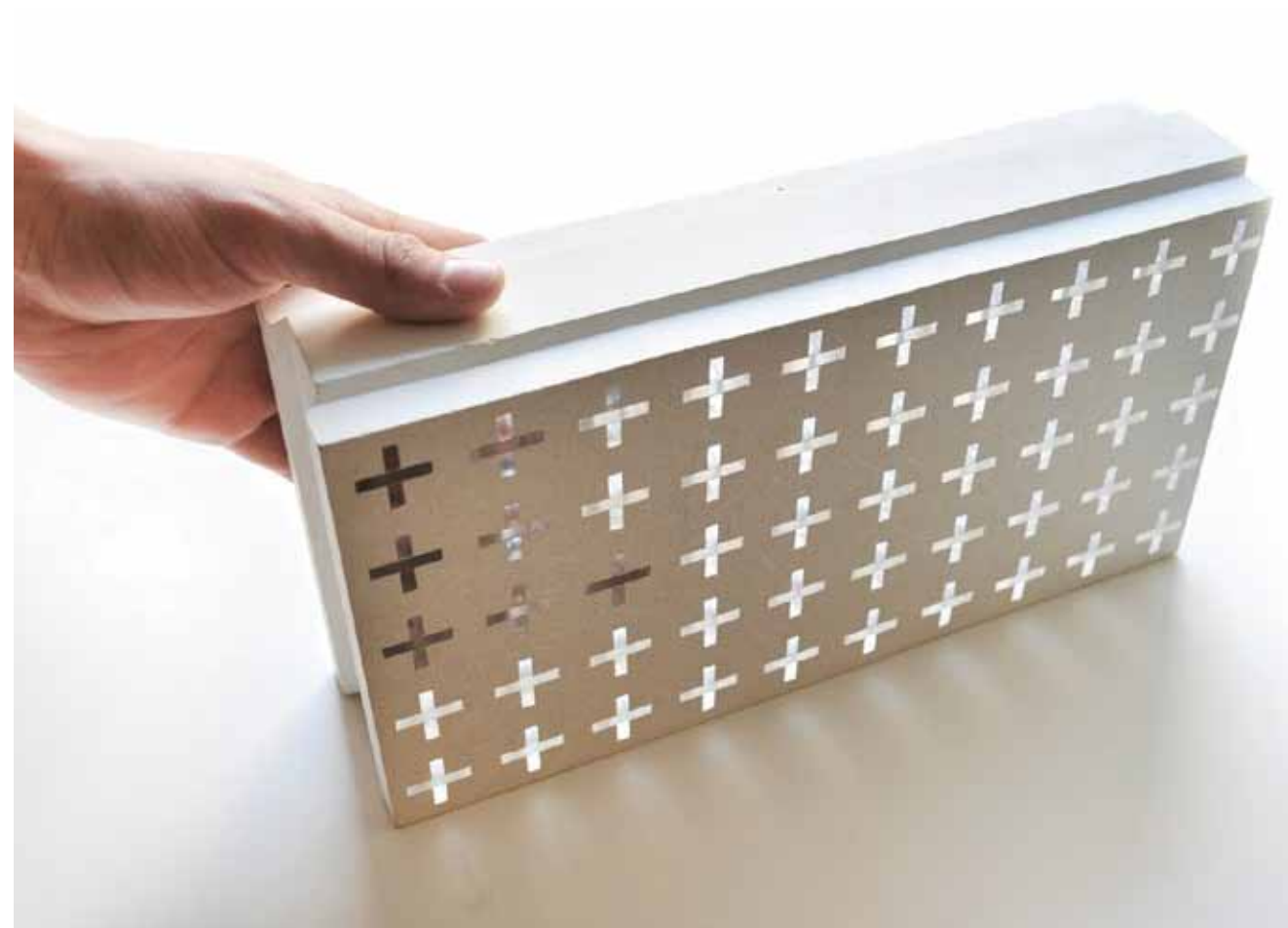
Litracon je patentovaný produkt, který od roku 2001 vyvíjí Maďarský architekt Aron Losonczi. Jedná se o světlo propustný beton využitelný jako stavební prvek. Dostal mnoho různých ocenění a firma z něj prodává dokonce i šperky nebo lampu (4 stejné bloky betonu k sestavení kolem žárovky).

Byl to první komerčně dostupný transparentní beton. Je vytvořen ze směsi optických vláken a jemného betonu a je možné z něj udělat prefabrikované bloky. Vlákná jsou přimíchána přímo do betonové směsi, čímž vznikne homogenní materiál. Výroba probíhá kompletně ručně a tak je každý kus trochu jiný. Další typ transparentního betonu této firmy je již strojově vyráběný, s pravidelným rastrem a vlákna nahradily plastové segmenty, čímž se snížila výrobní cena. Dle informací výrobce je možné využití i u 3D objektů a tvarovaných forem.



In: Gravelli [online]. [cit. 2018-05-13]. Dostupné z: <https://www.gravelli.com/cs/produkt/licrete-tube>

In: IDnes.cz: bydlení [online]. 21. 5. 2014 [cit. 2018-05-13]. Dostupné z: [https://bydleni.idnes.cz/foto.aspx?r=architektura&c=A140519\\_142222\\_architektura\\_web&foto=WEB534fb7\\_LiCrete\\_betonpenejcsvto.jpg](https://bydleni.idnes.cz/foto.aspx?r=architektura&c=A140519_142222_architektura_web&foto=WEB534fb7_LiCrete_betonpenejcsvto.jpg)



#### materiál Licrete

Projekt firmy Gravelli na výrobu světlo přenášejících prvků podobných luxferám. Jedná se o směs velmi jemného betonu, ve kterém je zalitý systém čířých plastových prvků a polopropustných zrcadel, takže se světlo v prvku šíří do více směrů, nejen z jedné strany na druhou.

Gravelli z materiálu vyrábí prvek podobný luxferám k sestavení přičky a lustry ve tvaru válce.





In: LUCEM: lichtbeton [online]. [cit. 2018-05-13]. Dostupné z: <https://www.lucem.com/en-1/references/st-josef-kapelle-cloppenburg/>



In: LUCEM: lichtbeton [online]. [cit. 2018-05-13]. Dostupné z: <https://www.lucem.com/en-1/references/oeverpark-rotterdam/>

#### materiál LUCEM

LUCEM Lichtbeton je světlo propouštějící beton, vyráběný stejnojmennou firmou z německých Cách. Jedná se opět o směs jemného betonu, ale vlákna k průchodu světla jsou více organizovaná než u konkurence. Sestávají z více či méně rovných vrstev a výrobce vytváří převážně „pruhovanou“ texturu nebo efekt hvězdné oblohy. Firma jej produkuje ve stavebních blocích nebo v deskách pro obkladové použití. Vzhledem k vrstvené struktuře lze vrstvy různě orientovat a tím svítit skrze blok materiálu klidně ve více směrech.

Výrobce deklaruje vysokou odolnost vlivům počasí a materiál přirovnává k běžnému kameni. Spektrum využití je široké, např. fasády, terasy, příjezdové cesty, police, výstavní prostory a další. Světlo je produkováno LED diodami, může měnit svou intenzitu, barvy nebo být třeba sladěné s hudbou. Je možné koupit stejné stavební prefabrikáty bez optických vláken, pro širší využití a snížení ceny aplikací.



In: LUCCON [online]. [cit. 2018-05-13]. Dostupné z: <http://www.luccon.com/portfolio/barsjoelden/>



In: LUCCON [online]. [cit. 2018-05-13]. Dostupné z: <http://www.luccon.com/en/portfolio/treppe/>

#### materiál Luccon

Transparentní beton vyráběný v Rakousku firmou Luccon Lichtbeton. Využívá speciální optická vlákna s reflexní povrchovou úpravou pro lepší průchodnost světla. Odlišit od ostatních výrobců jej lze podle seskupení tenkých vláken do snopků, umístěných blízko u sebe a vytvářejících při pohledu z dálky poměrně kompaktní plochu se specifickým vzorem. Betonová směs má vysokou hustotu a je možné si ji objednat v mnoha barevných variantách.

Materiál je pro svou odolnost využíván pro různé realizace. Výrobci Lucconu se specializují na interiérové i exteriérové aplikace různých rozměrů, od umyvadel po velkoplošné fasádní panely. Výhodou je, že při zhasnutém stavu nejsou vlákna ve směsi téměř viditelná.



# K REŠERŠI

Po úvodu do daných problematik vystávají problémy a možná řešení v oblasti designu. Legislativu (často zkosnatělou a nepočítající s vývojem světa kupředu) a metodiky ministerstev ze své pozice nezměním. Mohu ale řešit to, co mi připadá smysluplné a v co největším rozsahu zůstat v mezích výše zmíněného tak, aby nebyla případná aplikace do praxe komplikovaná. Většinu problémů a možných řešení jsem nastínila již v průběhu kapitoly, nicméně pojďme si udělat shrnutí doplněné o poznatky důležité pro design.

Světelné znečištění může designér ovlivnit vývojem tvaru svítidla tak, aby osvětlovalo jen žádoucí oblast a lidé měli přehled o pohybu v okolí. Což neznamená nezbytně vše plně osvětlit, vhodné je tlumené neoslňující světlo za použití světelných zdrojů s teplotou chromatičnosti do cca 3000°K (tj. červená část spektra po teplou bílou). Takovému světlu se oko lépe přizpůsobí, a i pocitově je příjemnější. Podstatné je, aby si lidé navzájem viděli do obličeje a měli přehled o okolí, na což stačí velmi tlumené světlo nenarušované dalším, silným osvětlením. Lze změřit pocitový jas světla pro člověka, což je velmi důležité, protože se často od reálného jasu liší. Závisí mj. právě na barvě světla.

Do povědomí lidí by se mělo dostat, že strach ze tmy nebo lehkého osvětlení není založen na reálném vztahu ke kriminalitě, ale jen na špatném pocitu. V odlehlejších oblastech osvětlení, často špatně provedené, ke kriminalitě ještě přispívá.

Světelný design a instalace jsou velmi populární a využití světla tak, aby bylo zároveň vizuálně atraktivní i funkční a budovalo tvář města, je do budoucna žádoucí. Směřuji k tomu také v rešerši zmíněné projekty, a to včetně těch z transparentního betonu. Jen škoda, že je často využíván na místech, kde by bohatě stačil dostupnější materiál. Je poměrně exkluzivní a jeho cena je vysoká, nicméně při strojní výrobě prefabrikátů se značně snižuje (oproti výrobě ruční). Při využití na místech, kde by byl velmi pevný a odolný beton použit tak jako tak, se jedná o přidanou hodnotu světelných vláken, od které můžeme cenu betonu odečíst. Velký potenciál má materiál ve stavbě domů, protože je možné jej tepelně odizolovat a použít k vedení denního světla zvenčí. Transparentní beton je na trhu 17 let a za tu dobu stále není moc hojně využíván. Je to škoda a určitě již existuje cesta snazšího a efektivnějšího vývoje, jen je potřeba věnovat dostatečnou energii a úsilí jejímu nalezení.

Cílem projektu, který jsem popsala v zadání, bylo navrhnout svítící exteriérový objekt, zohledňující správné svícení ve veřejném prostranství a životní prostředí. Při práci jsem postupně odkrývala různá specifika osvětlování veřejného prostoru a jeho řešení, popsaná v teoretické části rešerše. Pokusila jsem se tyto často velmi nesourodé požadavky vyvážit v konceptu aplikovatelném do praxe na základě současných, existujících technologických možností.

## 2018

leden – konzultace finálního tématu v ateliéru  
únor – dodání přihlášek k DP, formulace zadání a očekávání od projektu  
březen – teoretická rešerše, shánění podkladů a vytváření návrhů  
duben – výběr vzhledu, funkcí a výstupu pro prezentaci  
květen – výroba modelu a tiskovin  
květen/červen – odevzdání  
červen – obhajoba a výstava prací

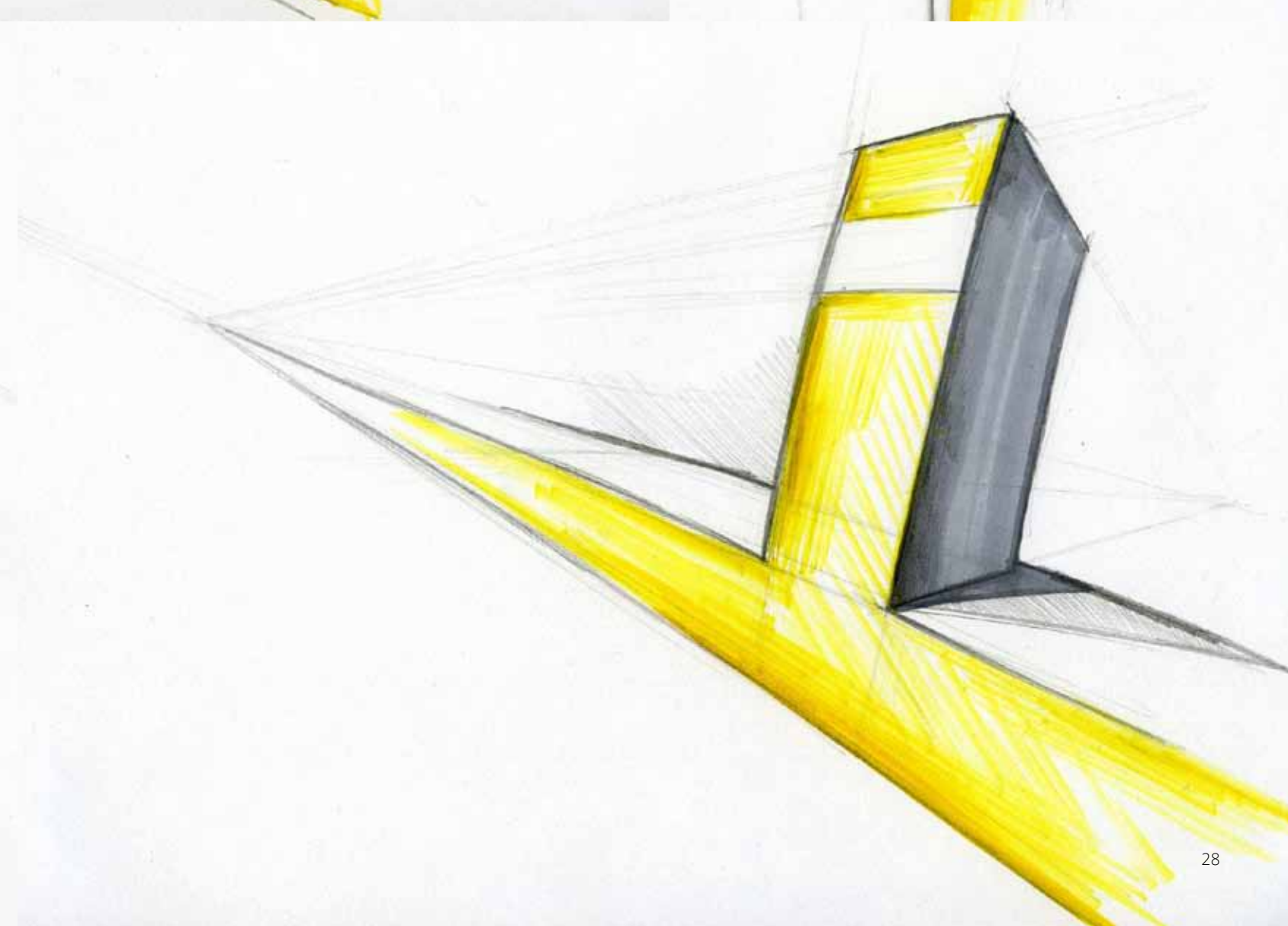
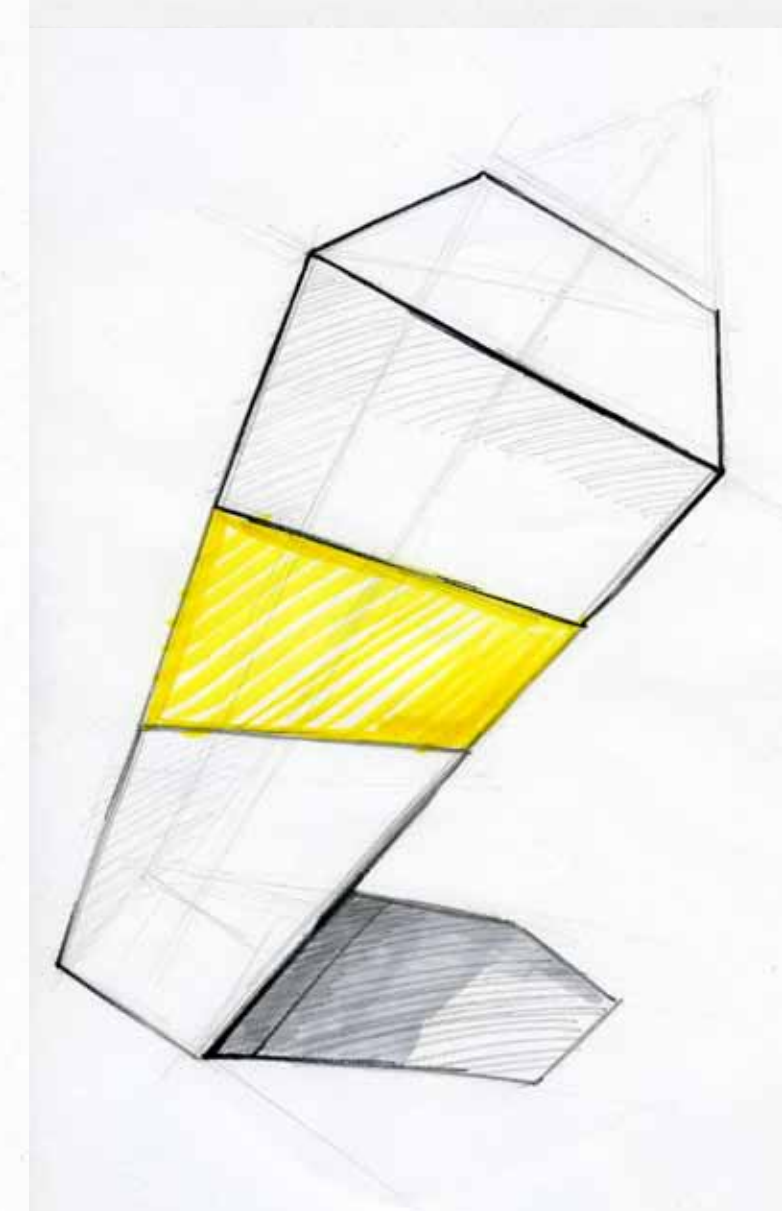
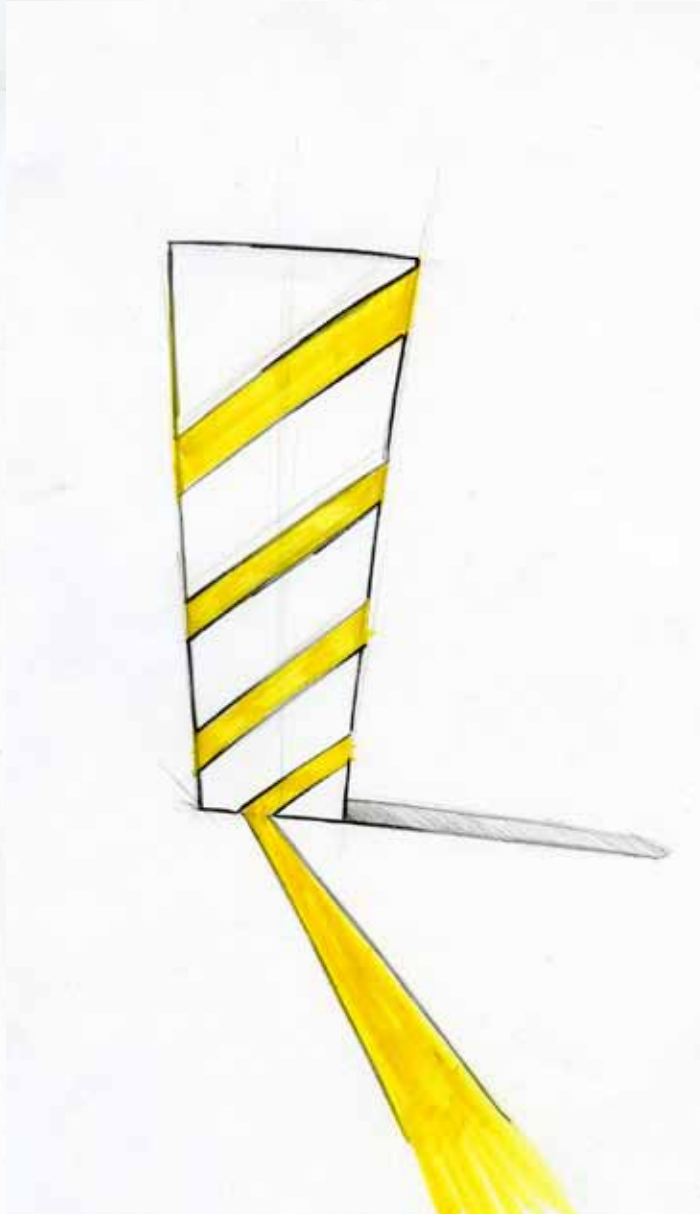
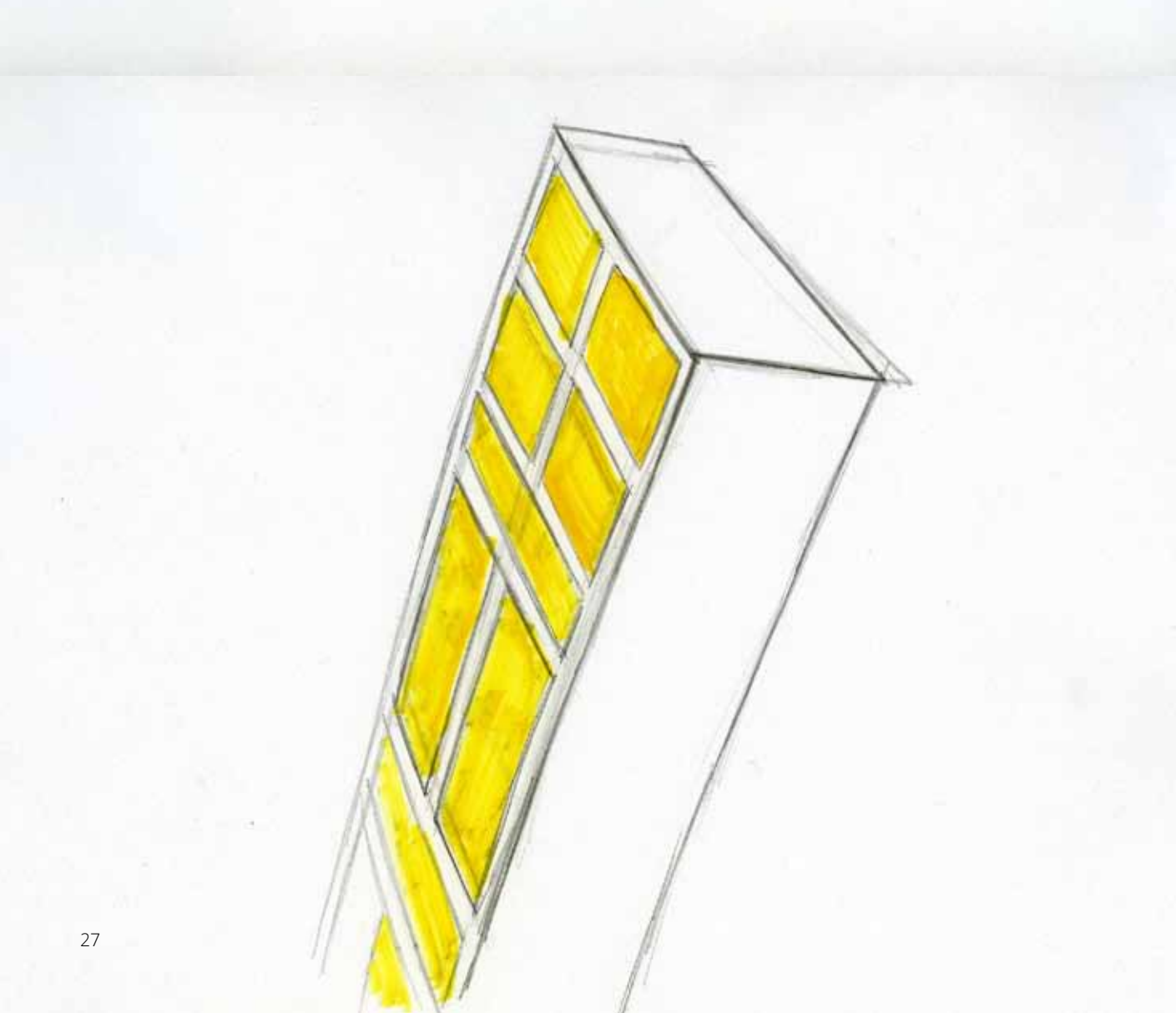
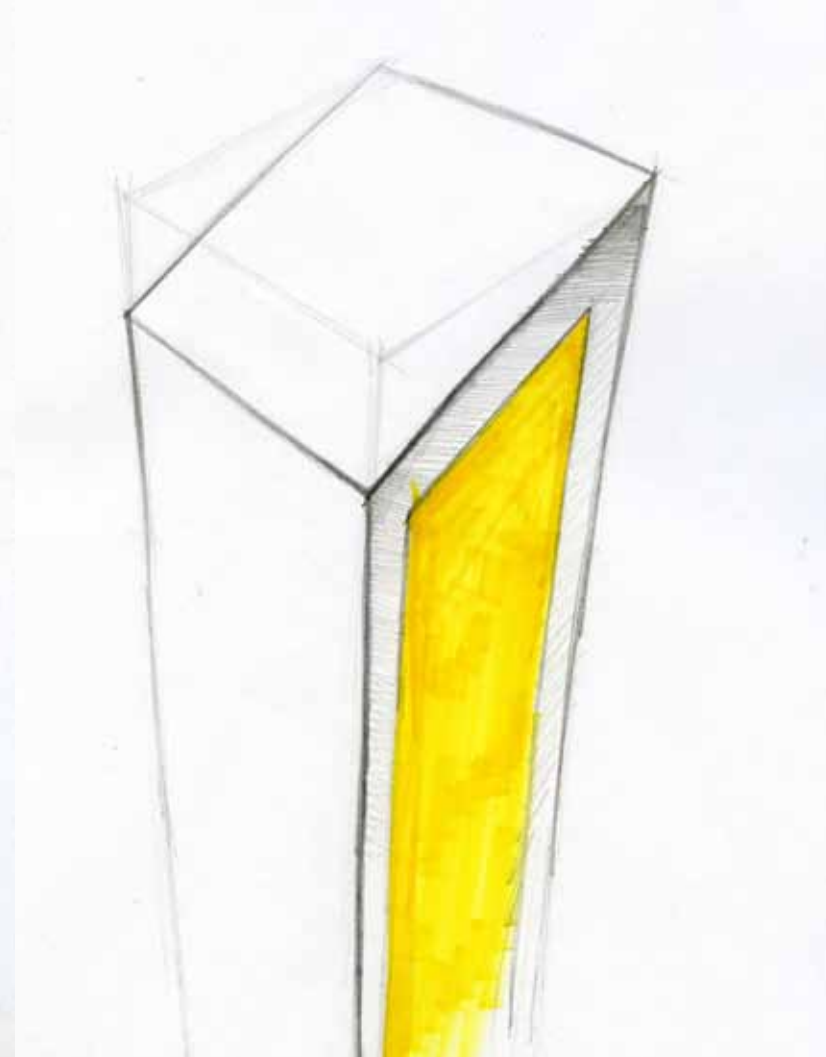
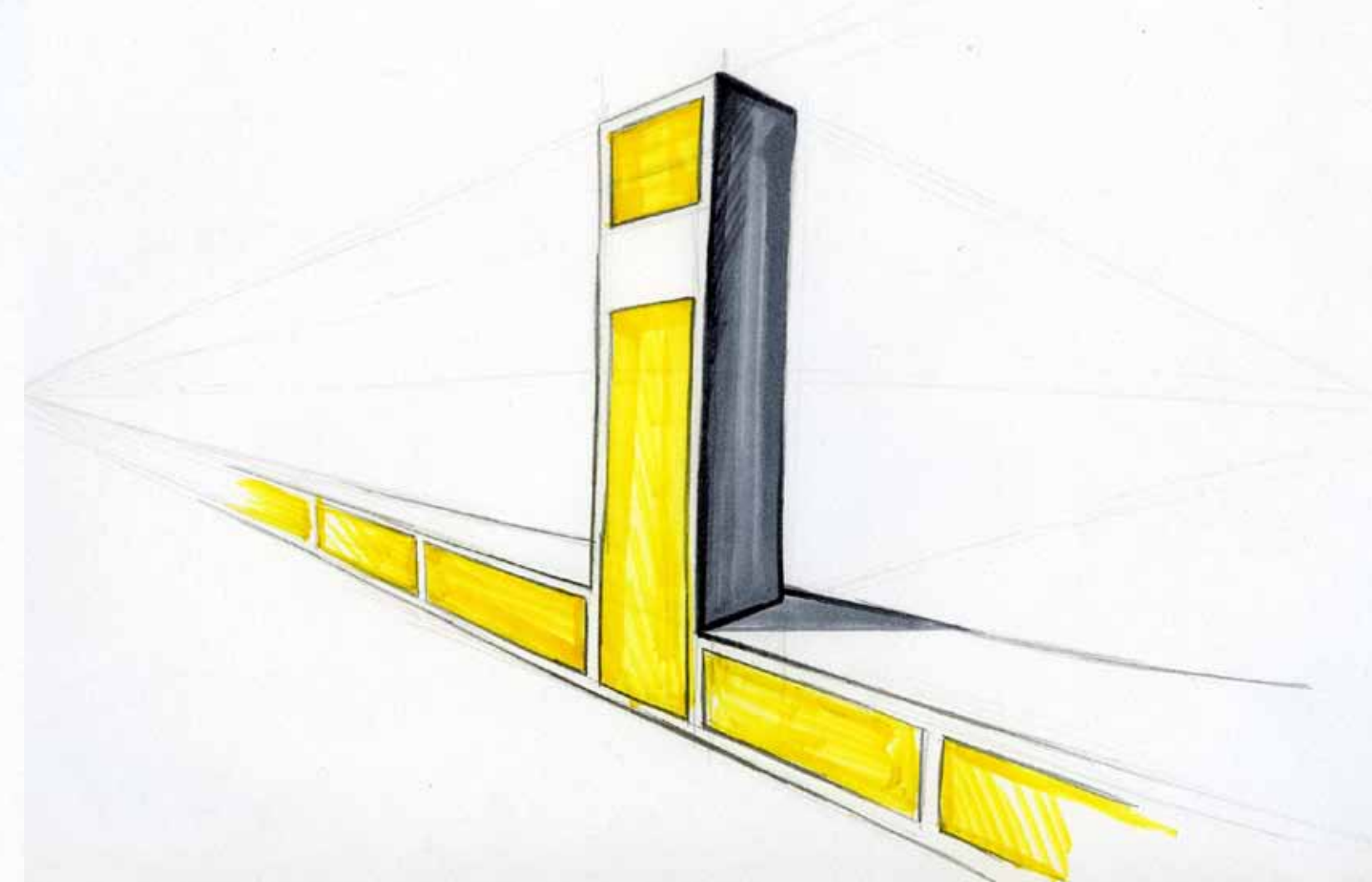
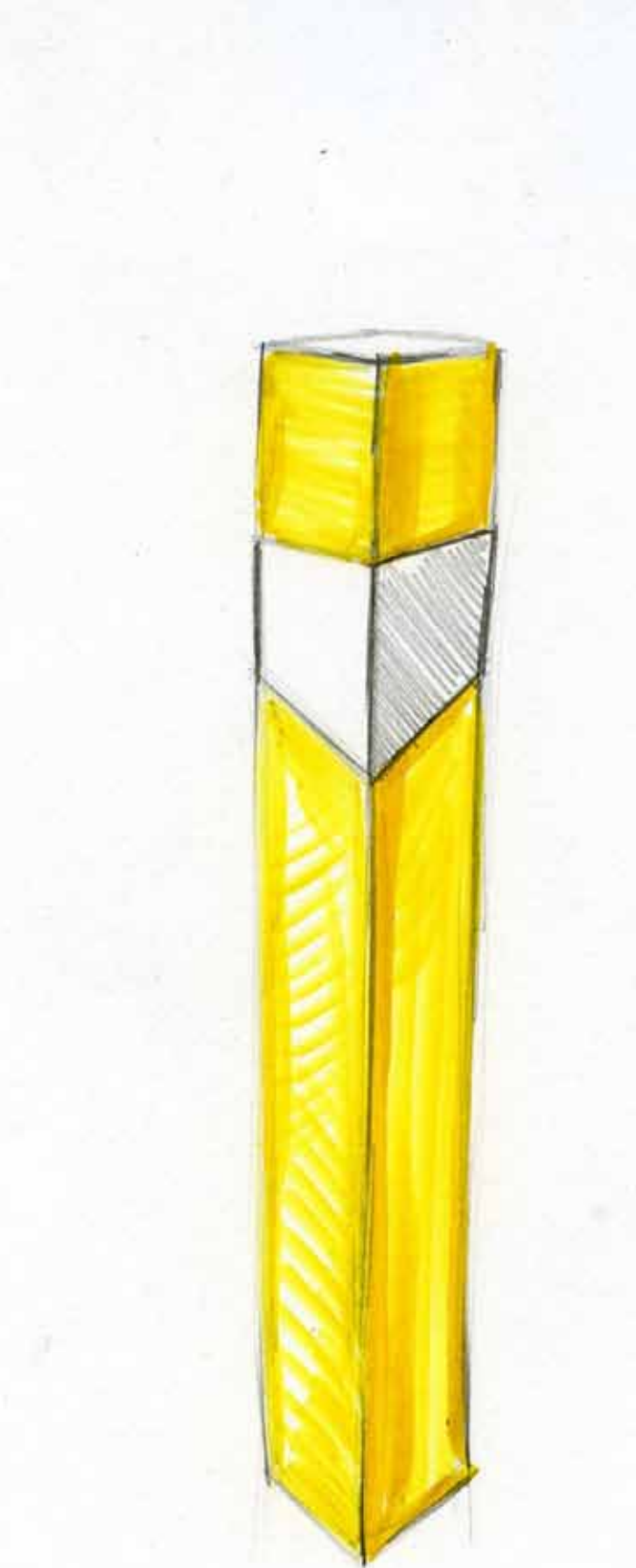
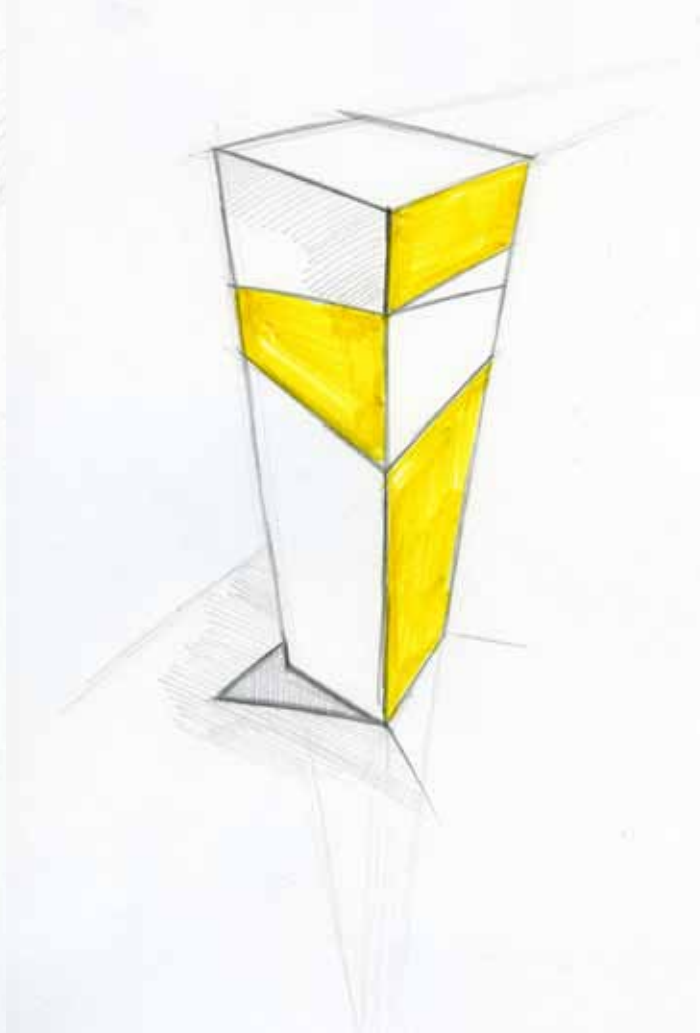
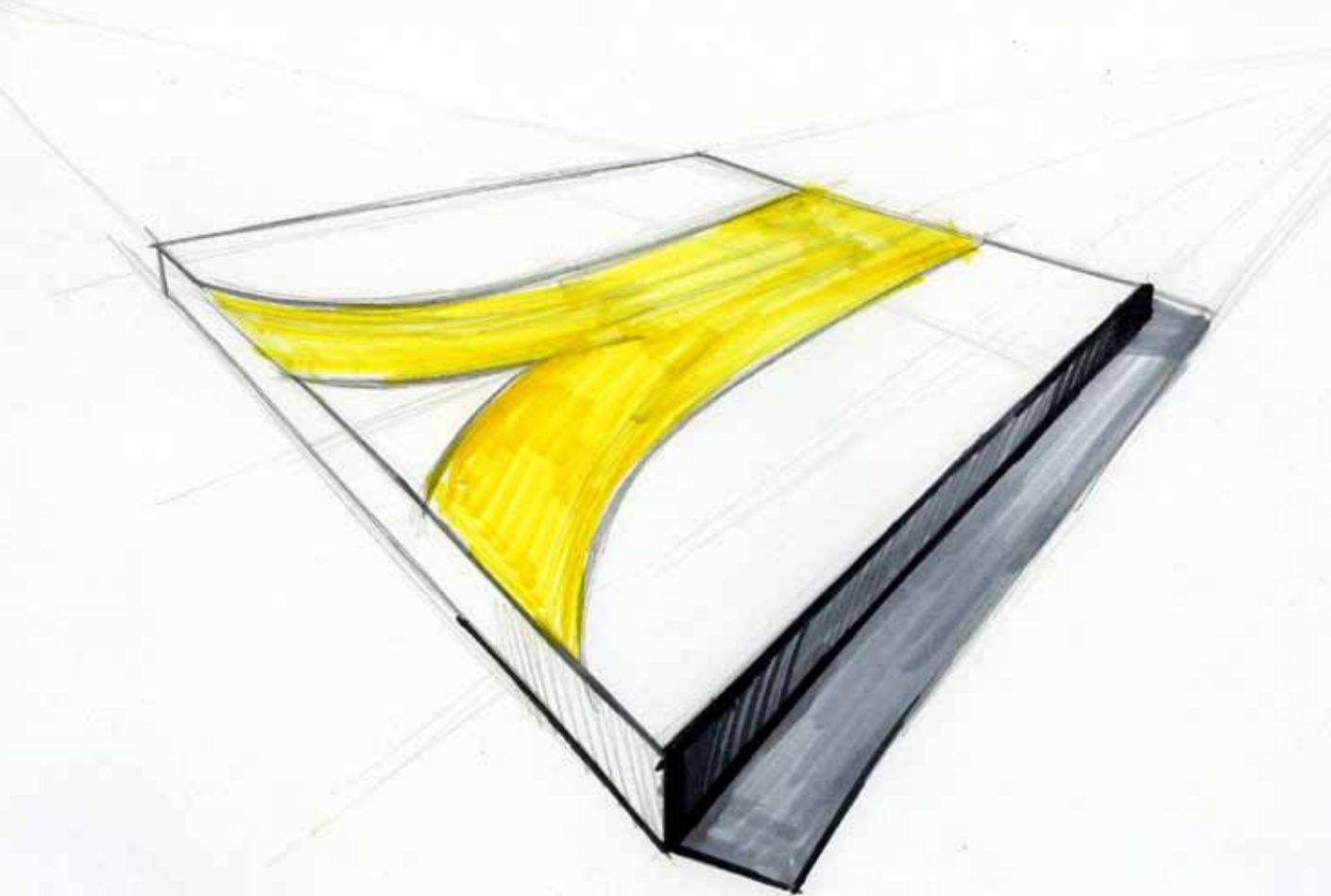


# PRŮBĚH

# TESTOVÁNÍ VARIANT

Původně jsem plánovala výrobu svítícího mobiliáře, ale velmi rychle jsem tuto myšlenku přehodnotila a přešla k navrhování prefabrikovaných modulů. V první chvíli jsem chtěla tato témata kombinovat a využít panely i k poskládání jednoduchého sezení, případně informačního sloupu. Ale vyhrál systém svícení a navigace, zvláště po testování materiálových vzorků na prostupnost světla. Ukázalo se, že ačkoli materiál sám o sobě svítí, prochází světla dál pouze malé množství a tím vlastně ideální pro použití v aplikacích, které svítí směrem vzhůru. Lokální navigace potřebuje „checkpoint“, informační panel a v mém případě informační sloupek. Poměrně dlouho jsem řešila umístění a uložení svítících částí a grafické řešení. Málomocné bylo univerzální, použitelné pro všechna možná veřejná prostranství bez toho, aby jej vizuálně znečišťovalo a narušovalo svým egem. Proběhly nápady jako optický klam ze světelných linek nebo geometrické obrazce tvořící iluzi města, nicméně vyhrála naprosto jednoduchá infografika.







# TESTOVÁNÍ MATERIÁLU

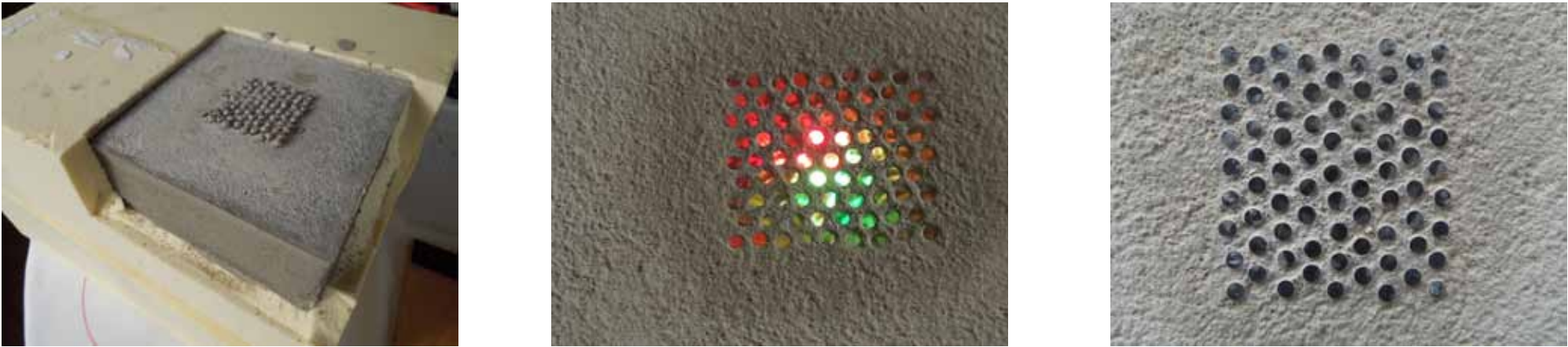
Ačkoli průsvitný beton není žádným novým materiálem a je již skoro dvě desítky let na trhu, výrobci si své patenty dobře chrání a ceny tomu odpovídají. Proto jsem se rozhodla materiál sama vyrobit (jak jinak zjistit jeho vlastnosti pro případnou aplikaci dřívě, než by bylo při objednávce už hotového kusu pozdě).



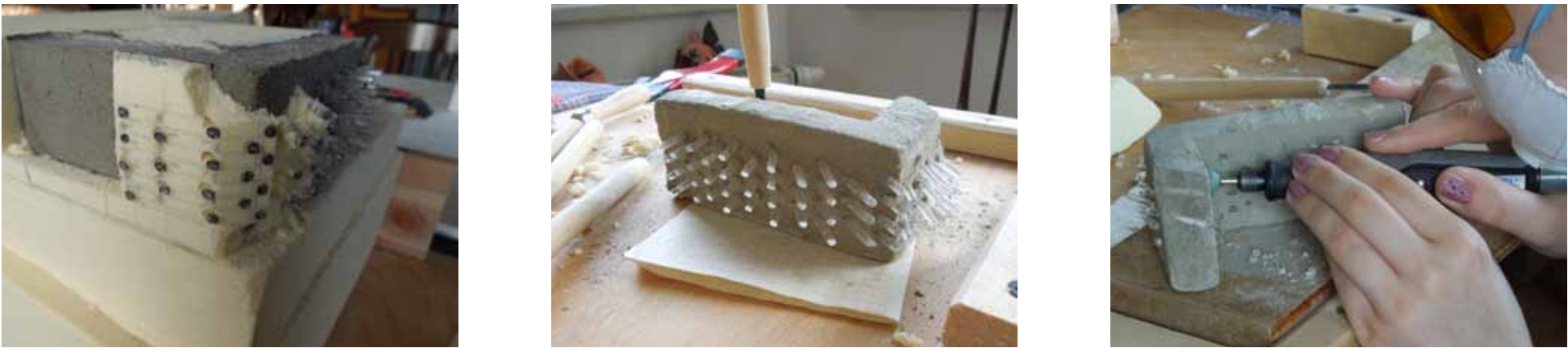
První proběhlo testování velmi tenkých skleněných optických vláken vyjmutých přímo z optického kabelu. Jejich zapichování do zkušební formy nebylo vůbec snadné, vlákna se lámala a ve výsledku betonem s vlákny světlo vůbec neprocházelo. Později jsem se dozvěděla, že v případě skla bez speciální úpravy dochází při kontaktu s betonem ke kolizi chemických vlastností a sklo ztrácí průhlednost. Jestli to byl i tento případ, nevím. Každopádně se ukázalo, že tudy cesta nevede.



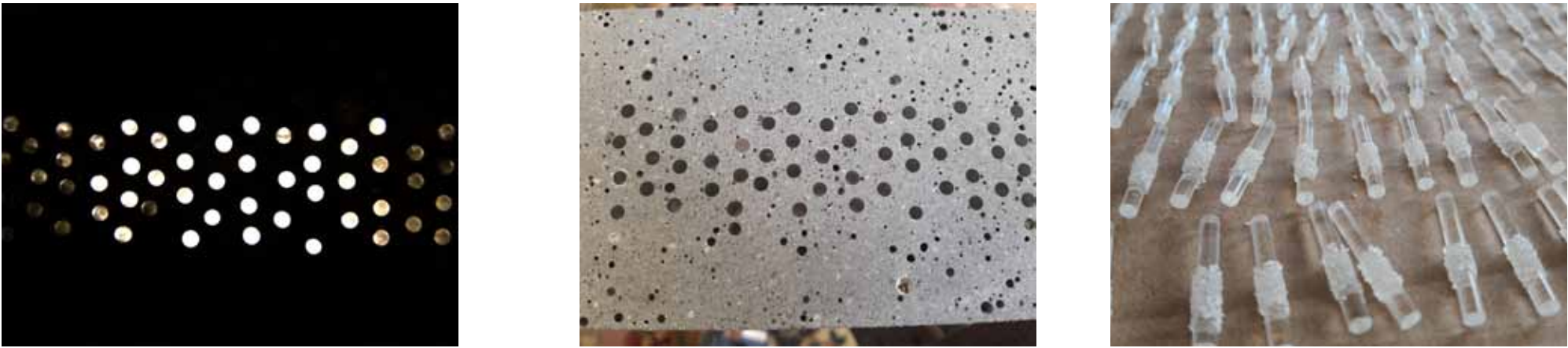
Další testování zahrnovalo optická vlákna ostříhaná z levné dekorativní lampy a obyčejný vlasec, obojí v tloušťce cca 0,5 až 0,8mm. Po vylití betonem světlo na druhou stranu procházelo, ovšem vlákna musela být organizovaná zapichána jedno vedle druhého. V domácích podmínkách samozřejmě ručně, velmi dlouho a pracně. Myslím, že velcí výrobci do směsi betonu přidávají dlouhá, stejně orientovaná vlákna a pak beton řezou na desky. To ale není v možnostech mojí domácí výroby. Při zamíchání vláken nahodile přímo do směsi betonu ve výsledku prosvítala z velkého množství asi dvě a po zabroušení povrchu ani jedno.



Ukázalo se, že pro domácí výrobu bude třeba zvětšit průměr částí pro prostupnost světla a ze slabých vláken jsem přešla na tyčky z extrudovaného plexiskla. Také rastr jsem chtěla pravidelný, proto jsem si nechala dovézt vzorky perforovaných plechů. Ty posloužily jako šablona pro napichování tyček do formy ze žluté polyuretanové pěny. Jednotlivé tyčky měly na sobě napilované malé zářezy, aby se v betonu nehýbaly. Zalití zářezů je trochu vidět v jednotlivých puntíčkách při prostupu světla. Po vyndání z formy jsem tyčky z obou stran po jedné odbrousila co nejbližší ploše betonu. Vyzkoušela jsem prostupnost denního i umělého světla, bílého i RGB. Jasně se ukázala dobrá barevná prostupnost a minimální svícení dál skrze broušené plexisklo.



Od teď už jsou ve všech vzorcích i modelu stejné plexisklové tyčky o průměru 3mm. Toto testování mělo ověřit, jestli lze z jedné strany desky ve tvaru L roztáhnout svítící rastr až k vnější hraně (tzv. „přes roh“), samozřejmě se zvětšením rozestupů a změnou řezu plexiskla z koleček na elipsy. Možné to je, vyrobit to lze. V případě vzorku byl rastr vytvořen od oka. Také tyčky neměly zářezy, musím přece otestovat všechny verze – a zjistila jsem, že jejich zdrsnění je nezbytné, jinak z betonu vyklouzávají, zanechávají po sobě dírký a hlavně při broušení se pohybují a protáčí.

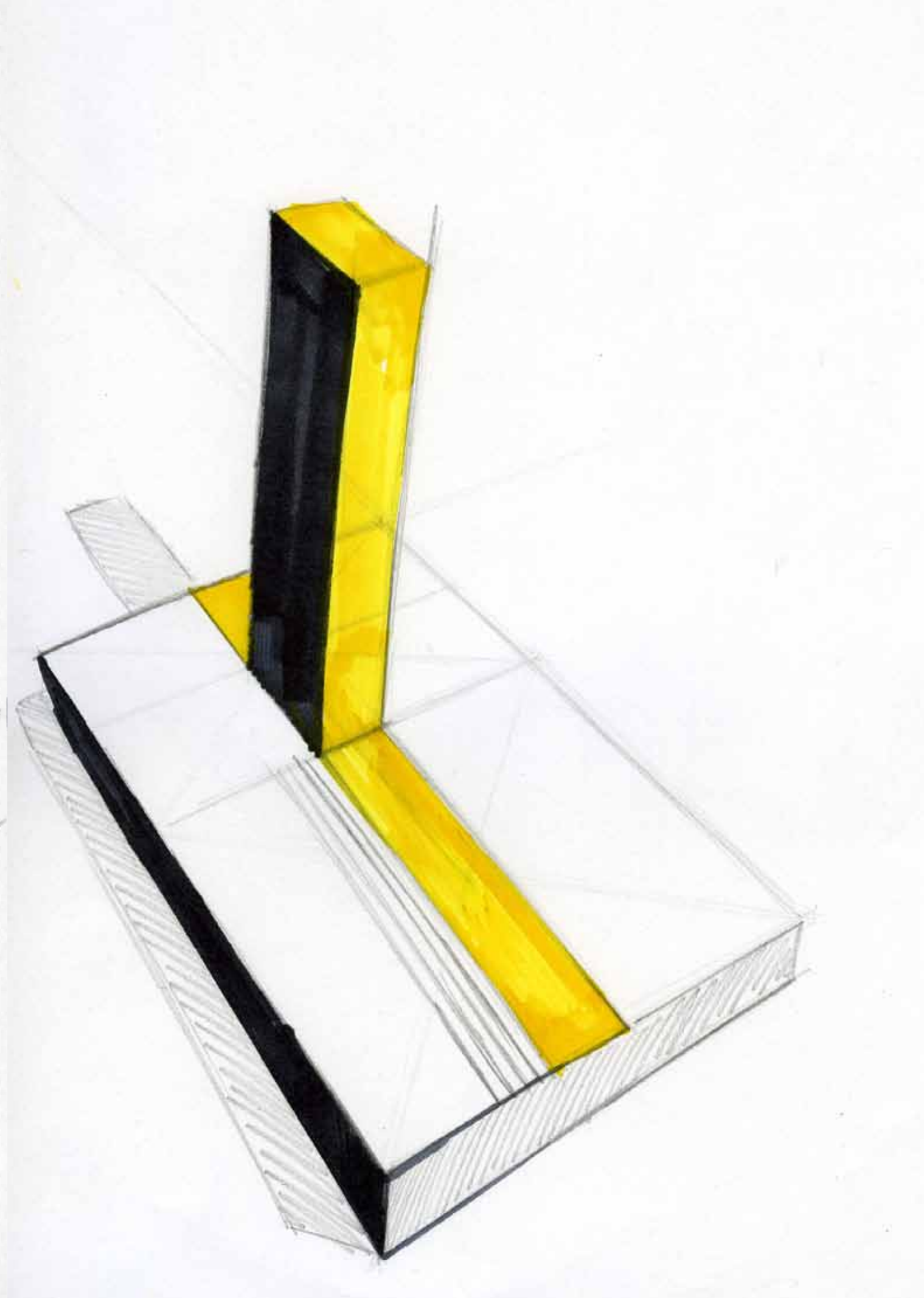
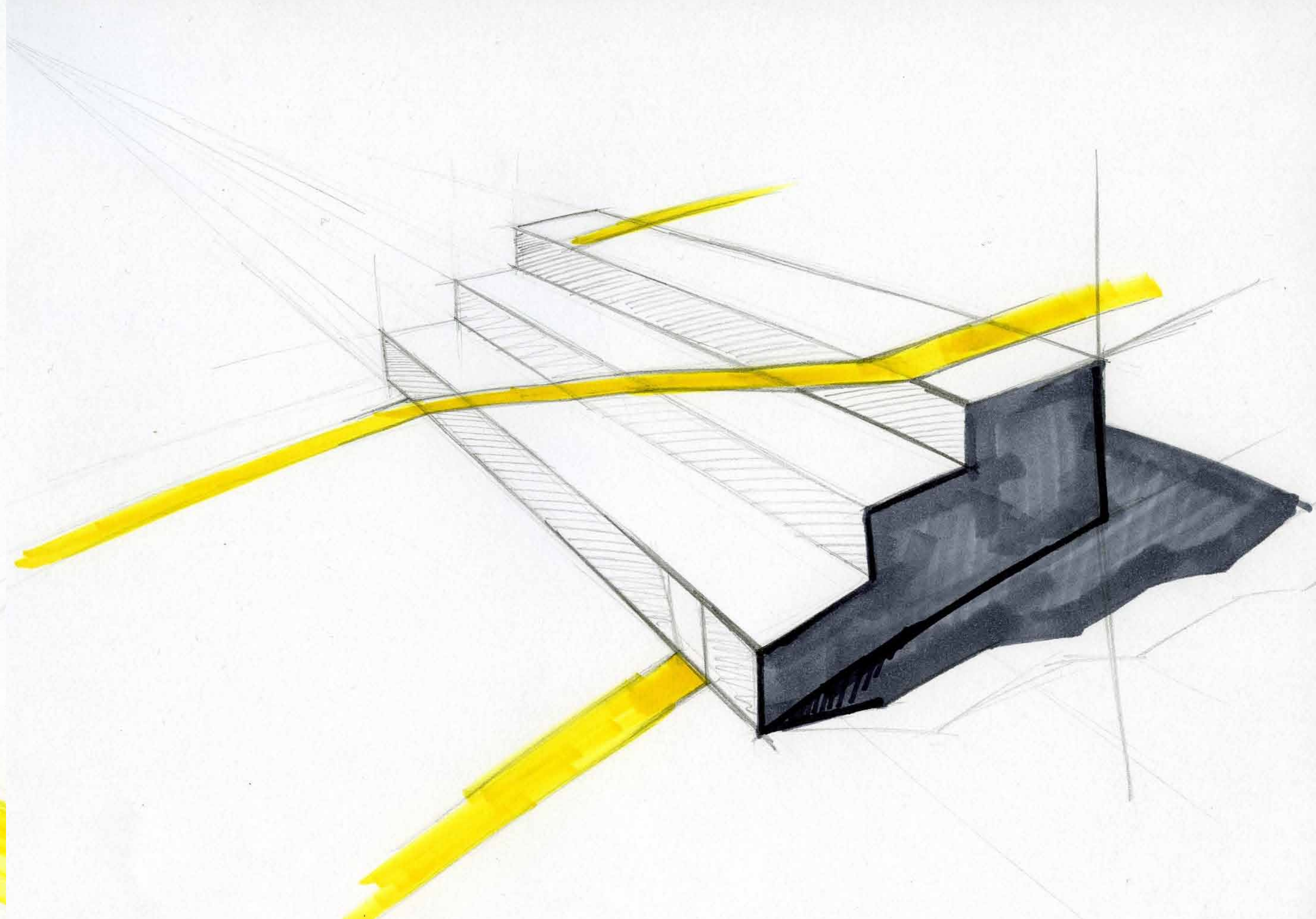
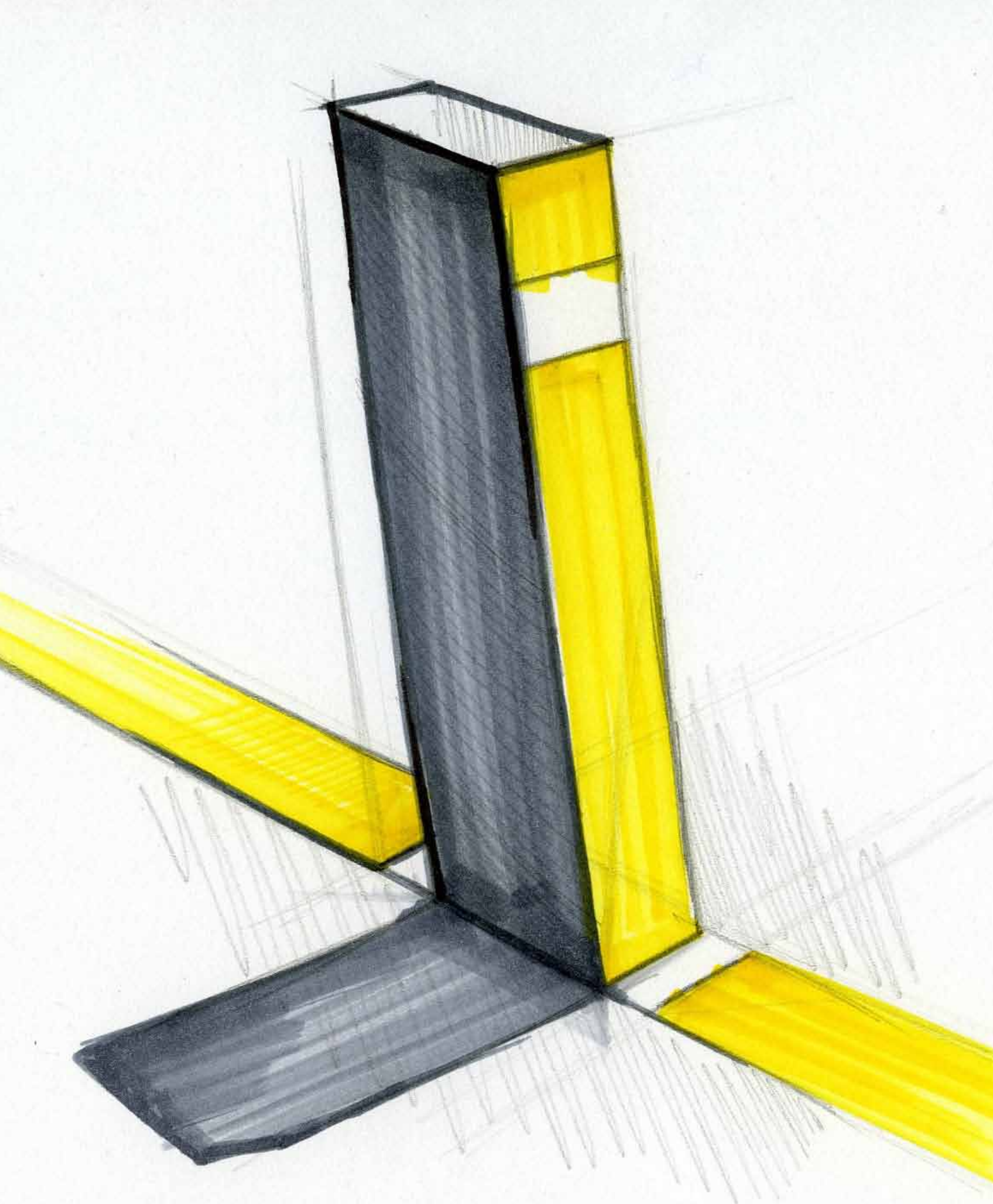


Poslední vzorek byl už ze směsi betonu, ze které je i model. Tyčky jsou místo pilování natřené epoxidovým lepidlem a obalené v křemičitém písku. Tak v betonu nekloužou a jejich „výroba“ trvá kratší dobu než při pilování zářezů. Oproti předchozímu vzorku je rastr větší zhruba dvojnásobně, aby nedošlo při finální výrobě ke komplikacím. Písek kolem tyček vyžaduje o trochu větší prostor než zářezy. Finální rozměr je bezpečný pro to, aby beton mezi tyčky zatekl. Vzorek byl následně zabroušen pod vodou do plochy.



PROJEKT

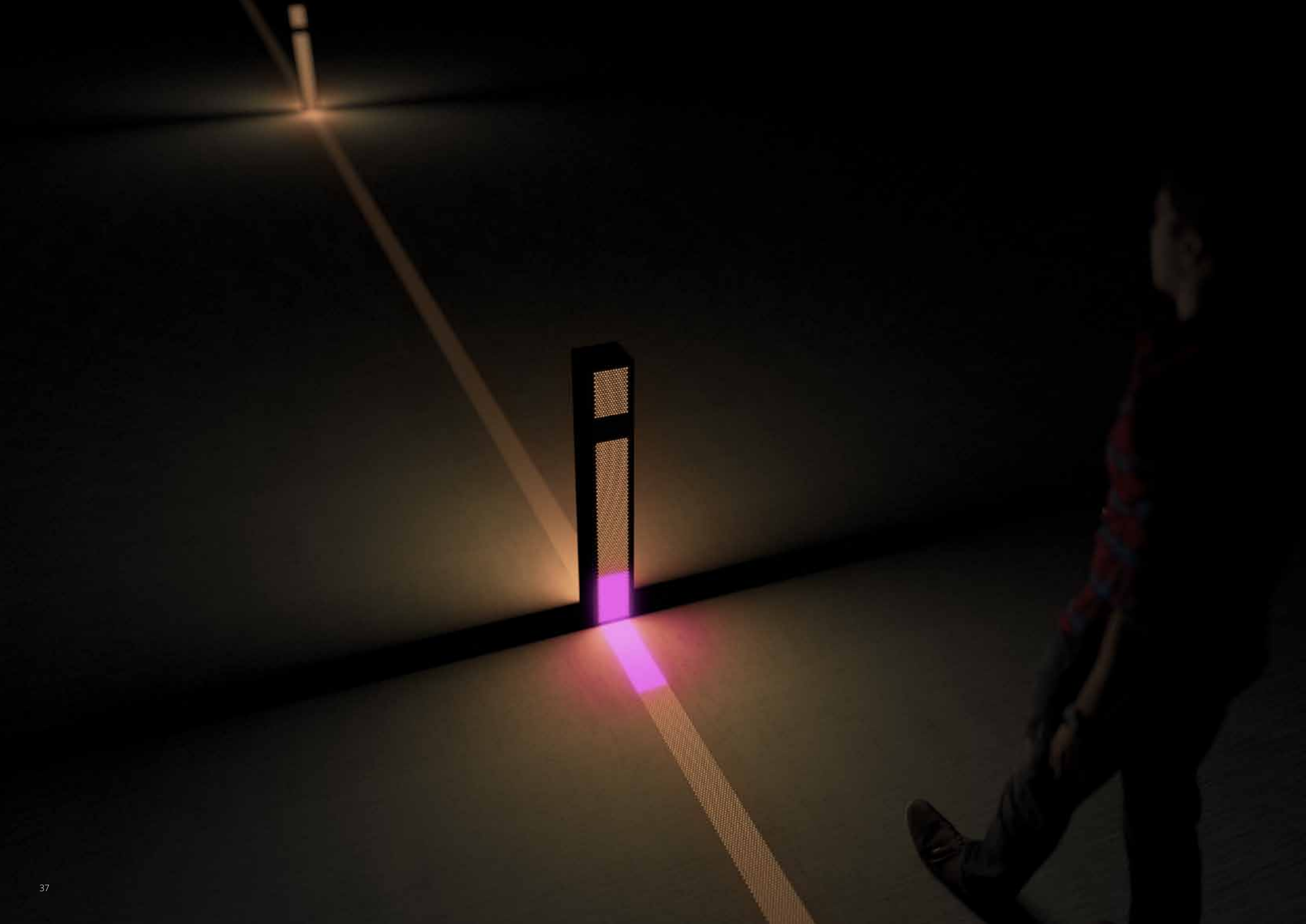












## Dottie

Vznikl koncept - systém osvětlení pro v noci málo frekventovaná veřejná prostranství, která jsou buď osvětlena špatně, vůbec (a není to u nich ani žádoucí) nebo pro místa, která chtějí snižovat svou stopu ve světelném znečištění a energetickou náročnost. Projekt se snaží o vyvážení správného využití umělého osvětlení v exteriéru, požadavků člověka i okolního prostředí a přírody. Ačkoli vychází z výzkumů a reálných faktů, jeho instalací v prostoru se zvyšuje i vizuální atraktivita místa. Vzhledem k technologickému řešení je osvětlení určeno pro místa, která nově vznikají nebo prochází rekonstrukcí.

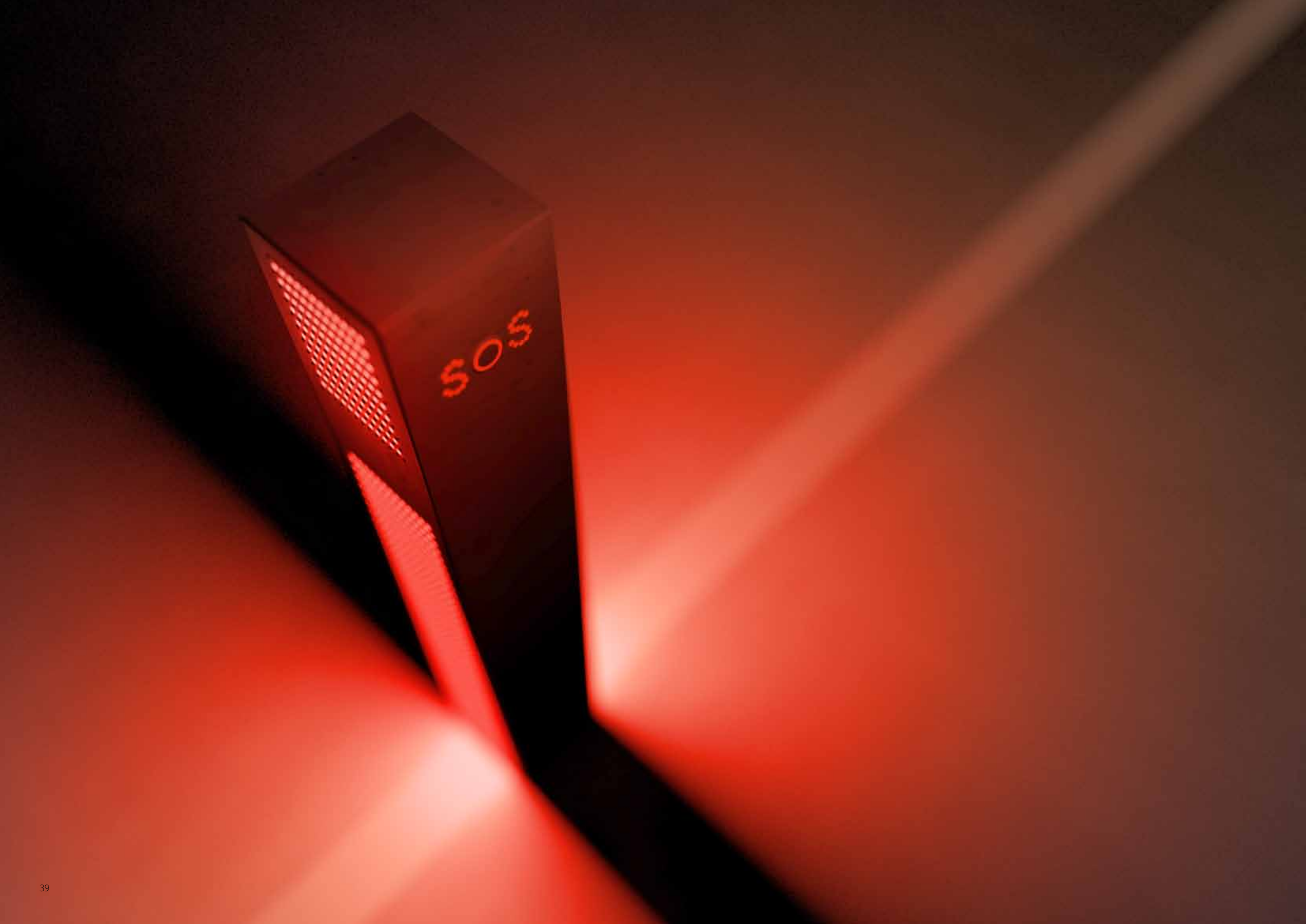
Díky vlastnostem použitého materiálu svítí objekt sám o sobě, ale prostupnost světla do větší vzdálenosti je velmi malá, je tak vhodný i ke směřování osvětlení nahoru a do stran proto je možné nasměrovat osvětlení nahoru i do stran. Kolemjdoucí mají přehled o pohybu v okolí, ale nejsou chyceni ve světelném tunelu.

Představme si projekt v parku nebo jiném prostoru, který není v nočních hodinách příliš využitý, nicméně lidé tudy chodí. Klasické pouliční lampy osvěcují dostatečně cesty, ale na volném prostranství mimo ně je tma a tento kontrast jen přispívá k pocitu strachu. Přesně pro taková místa je můj projekt určený. Pás světla vymezuje prostor chodníku, z kterého vystupují sloupky na křižovatkách a mimo ně pak v takových rozestupech, aby byl vždy další sloupek na dohled. Díky teplému světlu oblast nepůsobí děsivě, ale spíše nadějně, jako linka, která bezpečně dovede všechny domů.

Světelné zdroje v teplotě chromatičnosti přibližně do 3000°K umožňují člověku dobré přizpůsobení zraku mezi svítící a tmavou plochou, čímž se zvyšuje bezpečnost. Stejně tak jako červeným tlačítkem SOS z boku sloupku. Záměrně není umístěno na horní straně nízkého sloupku, aby lehce zhoršená přístupnost odradila ty, kteří pomoc nepotřebují. Dnes je již běžně město pokryto kamerovým systémem. Při stisku SOS tlačítka se odešle signál k identifikaci sloupku bezpečnostním složkám, které si prohlédnou pohyb z kamer v dané oblasti a posoudí, jestli byla žádost o pomoc využita oprávněně. Úsek okolo sloupku se rozsvítí červeně, aby i osoby v okolí viděly, že se něco děje a došlo ke zpětné vazbě.

V případě potřeby je možné do sloupku při jeho výrobě nainstalovat širokoúhlou kameru, komunikátor nebo další elektroniku a senzory. Vzhledem k úsporám energie mj. senzor pohybu, který spustí osvětlení pouze ve chvíli, kdy je potřeba. V nevyužitých chvílích se osvětlení vypne nebo sníží svou intenzitu na minimum. Koncept „Smart cities“ radí využívat různé senzory, např. pro měření kvality ovzduší, teploty, tlaku atd., které lze v případě potřeby také umístit do sloupku. Velmi důležitý je senzor s kontrolou funkčnosti, který nahlásí případnou poruchu provozovateli.





Systém slouží i jako navigace pomocí barev. Sloupky budou vybaveny buď QR kódem, NFC čipem nebo WiFi přihlášením odkazujícím ke stažení aplikace s mapou dané oblasti. Uživatel zadá, kam má namířeno a systém mu přiřadí barvu, která ho povede. Pokud bude chtít navigaci ve stejný moment využít více osob, RGB kanál každému dodá specifickou barvu nebo jejich kombinaci (kromě čistě červené, ta je ponechána pro varovné účely signalizace SOS). Barevný úsek pak bude doprovázet osobu, synchronizovaný s rychlostí jejího pohybu díky GPS z mobilního zařízení. A samozřejmě bude navigace stále aktivní, i když bude telefon v kapse se zhasnutým displejem. Osoba se nechá vést pouze barvou, nebude se dívat do zářícího mobilu a zvyšovat tak riziko nepozornosti vůči překážkám nebo jiným lidem. Barevnou navigaci je možné při omezeném počtu uživatelů spustit i přes den, za světla. Pro lidi se zhoršeným vnímáním barev je možné zvolit zapínání a vypínání krátkého úseku, aby došlo k vizuálnímu kontrastu formou on/off.

Projekt počítá s použitím sériově vyráběného modulu, do kterého je možné strojně instalovat průsvitné části tak, aby přesně odpovídaly požadavkům konkrétního prostoru. Možné je samozřejmě vedení světla i po schodech. V případě ručně vyráběného modelu pro účely prezentace jsem zvolila tyčky z plexiskla o průměru 3mm a světelné LED pásy. Věřím ale, že při zefektivnění nebo automatizaci výroby by bylo možné udělat rastr blíže u sebe nebo použít menší průměry.

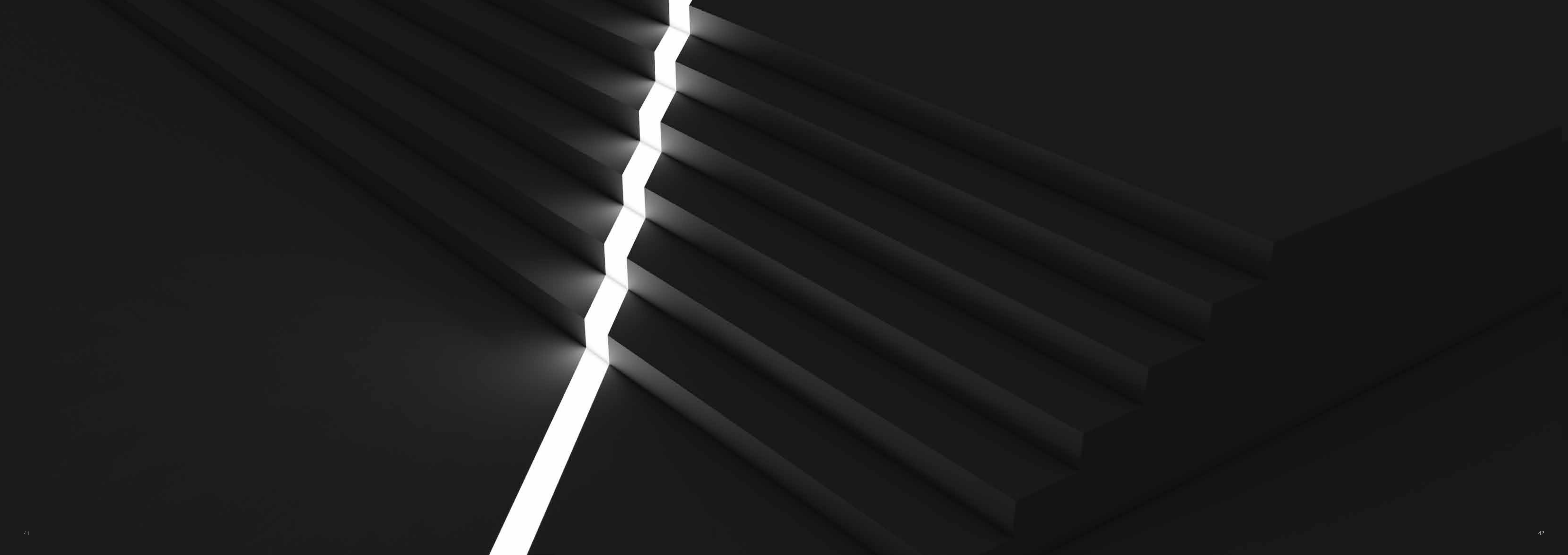
Jak jsem již zmiňovala v rešerši, transparentní beton není levný materiál. Díky strojové výrobě, která je zde reálná, se ale cena výrazně snižuje. Drahá jsou především vlákna/tyčky. Vzhledem k tomu, že je koncept určen na chodníky, byl by beton použit v každém případě. Doporučuji využití HPC, který se dá nalít v menší vrstvě než běžné směsi, protože největší úspory vzniknou použitím co nejkratších částí vláken/tyček. Samozřejmě záleží na konkrétním prostoru (na rozestupu a množství jednotlivých sloupků), ale cena mého systému je podobná ceně lamp běžného veřejného osvětlení v přepočtu na osvětlený běžný metr chodníku. Přesné součástky, jejich zapojení a cena závisí na konkrétním místě určení a požadavcích zákazníka. Velmi podobná elektronika je použita v modelu - viz podrobný seznam níže.

Grafický styl svítících teček je co nejjednodušší, ozvláštňený jen předsazením tak, že rastr vytváří „cikcak“ efekt na okraji pruhu. Sloupek je informační, co jiného než písmeno i by na něm mělo svítit. Vzhled prvků je univerzální, použitelný téměř všude. Nechtěla jsem, aby byl projekt uměleckou instalací pro konkrétní místo.

Reálná životnost výrobku je velmi vysoká. Beton vydrží téměř navěky. Plexisklo je UV stabilní a jediné nebezpečí hrozí poškrábáním, ovšem v tak malé ploše k němu dojde minimálně. Bohužel nemohu 100% započítat faktor vandalství, ale to bychom nikdy nic pro veřejný prostor nevyrobili a neinovovali. V konceptu chytrého města předpokládáme údržbu zařízení městskými službami. Lze také použít impregnaci na beton pro zvýšení jeho odolnosti. Ta nejsilnější umožňuje např. umýt graffiti pouhým kartáčem a vodou. Plast je možné nahradit i sklem, ovšem alkalivzdorným. LED diody pro profesionální (nikoli domácí) použití mají životnost i více než 10 let, což je předpokládaná doba morální životnosti systému, než bude potřeba jeho kompletní servis a technologické vylepšení. Svítivost, teplota světla a pocitový kontrast jsou velmi rozdílné za tmy (kdy probíhá většinou jejich měření pro správné dimenzování osvětlení) a za světla, tj. kdy je model prezentován a obhájován. Nemohu tak bohužel v modelu 100% dimenzovat systém tak, jak by svítil reálně v noci. Přizpůsobila jsem se tedy prezentaci výrobku.

Výsledný koncept jsem pojmenovala ženským jménem **Dottie** (dotted - orientation - technology - information - ecology).







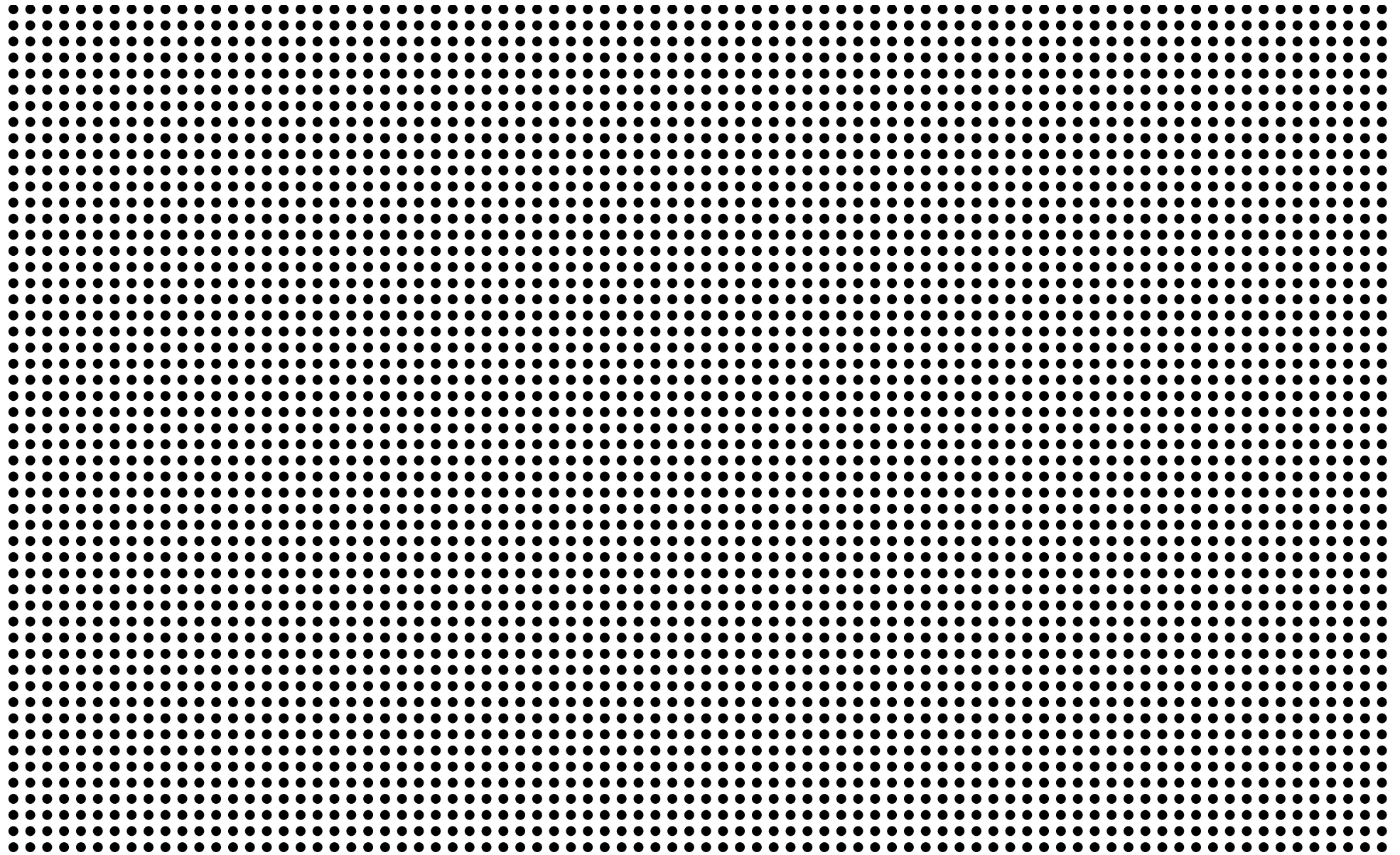
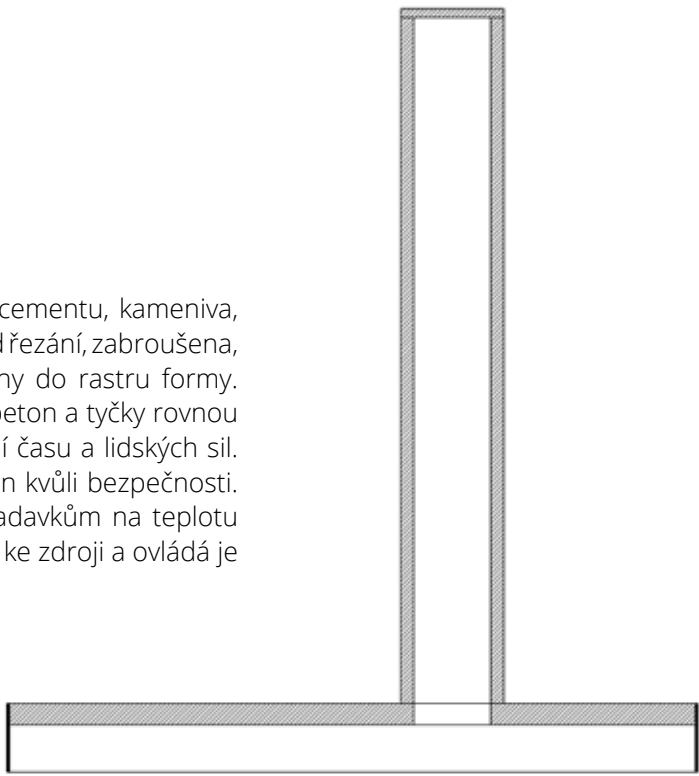




# PREZENTOVANÝ MODEL

Model je odlitý z běžného HPC o pevnosti 140MPa v tlaku, bez použití výztuže. Směs se skládá z portlandského cementu, kameniva, mikrosiliky, vody, superplastifikátoru a dalších přísad. Každá tyčka byla po jedné uříznuta, zbavena natavených zbytků od řezání, zabroušena, natřena epoxidovým lepidlem a obalena v křemičitém písku. Po zaschnutí byly všechny tyčky spočítány a vloženy do rastru formy. Pro model bylo vyrobeno 4406 tyček, z nichž asi stovka zůstala jako rezervní. V případě robotizované výroby by se beton a tyčky rovnou extrudovaly do jednoho dlouhého bloku, který by se nařezal a dále zpracoval. Tím by došlo ke značnému ušetření času a lidských sil. Model sloupku je slepený z deskových částí, předem vybroušených do požadovaných rozměrů, včetně sražení hran kvůli bezpečnosti. Lepený spoj je velmi pevný. Pod průsvitnou částí modelu jsou dva LED pásy, jeden teple bílý odpovídající požadavkům na teplotu chromatičnosti a druhý RGB, pro signalizaci v případě stlačení SOS tlačítka a barevnou navigaci. Pásy jsou zapojeny ke zdroji a ovládá je naprogramované Arduino.

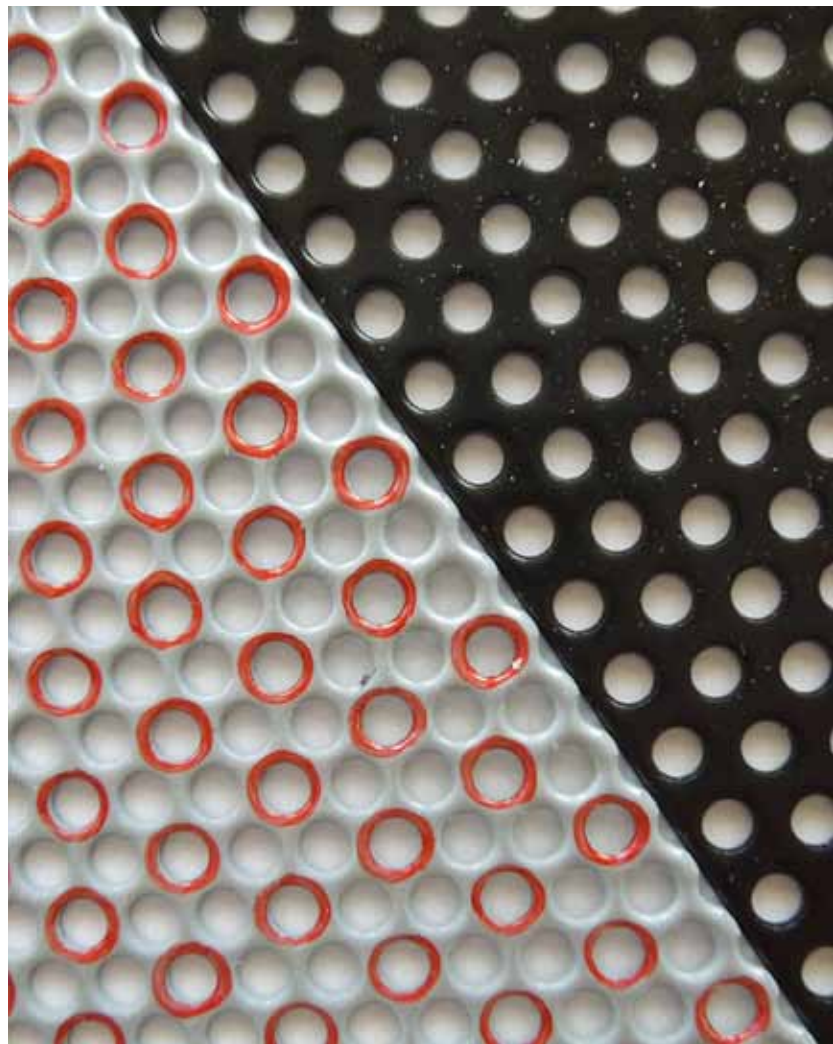
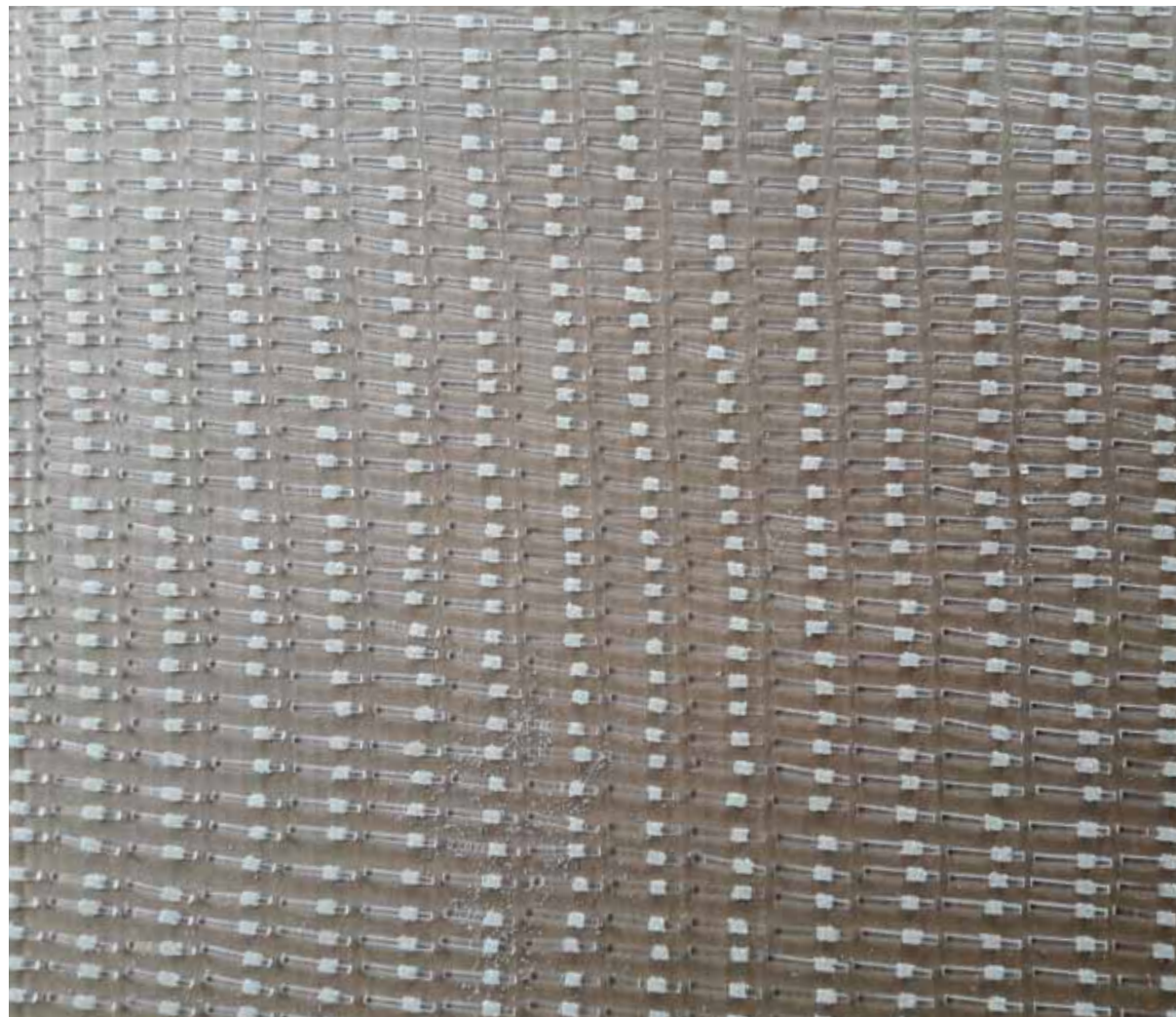
Technický výkres modelu viz. příloha k portfoliu.



- Součástky použité v modelu:
- LED zdroj 12V 60W
- LED pásek digitální RGB 60 diod/metr 12W
- LED pásek teplá bílá 60 diod/metr 22W
- Dioda červená LED 1W hexagon 120°
- Arduino UNO + BreadBord
- Driver 24V 5A
- Antivandal spínač 12V červená

+ 4259 tyček z extrudovaného plexiskla a 12 litrů vysokohodnotného betonu











# ZDROJE

Informace pro Vládu ČR o problematice světelného znečištění [online], 2017, 69 [cit. 2018-05-21]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/news\\_170724\\_SZ/\\$FILE/ma\\_SZ.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/news_170724_SZ/$FILE/ma_SZ.pdf)

Metodika Konceptu inteligentních měst [online], 22. 3. 2015, 81 [cit. 2018-05-21]. Dostupné z: [http://www.strukturalni-fondy.cz/getmedia/9c597c78-8651-43a8-8d94-bc9f19da74c5/TB930MMR001\\_Metodika-konceptu-Inteligentnich-mest-2015.pdf](http://www.strukturalni-fondy.cz/getmedia/9c597c78-8651-43a8-8d94-bc9f19da74c5/TB930MMR001_Metodika-konceptu-Inteligentnich-mest-2015.pdf)

AÏTCIN, Pierre-Claude, 2005. Vysokohodnotný beton. Praha: Pro Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě (ČKAIT) a Českou betonářskou společnost vydalo Informační centrum ČKAIT. Betonové stavitelství. ISBN 80-867-6939-9.

KOČANRLOVÁ, Marie, 2009. ENVIRONMENTÁLNÍ PSYCHOLOGIE V SYSTÉMU ORGANIZACE A ŘÍZENÍ. Jihlava. Bakalářská práce. Vysoká škola Polytechnická Jihlava.

FIALA, Petr, 2017. Prostorové aspekty bezpečnosti ve vybraném městě. Olomouc. Bakalářská práce. UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI.

Světelné znečištění: Bezpečnost, Svetelneznecisteni.cz [online]. [cit. 2018-05-21]. Dostupné z: <http://svetelneznecisteni.cz/co-je-svetelne-znecisteni/bezpecnost/>

Er. Jadhav Sunil, Er. Kadlag Amol, Er. Kawade Chetan a Er. Talekar Pravin, 2015. A Study on Translucent Concrete Product and Its Properties by Using Optical Fibers. IJMER: International Journal of Modern Engineering Research. Department Of. Civil Engineering; Amrutvahini College of Engineering, Sangamner. Savitribai Phule Pune University, Maharashtra India, (5). ISSN 2249-6645.

M.N.V.Padma Bhushan, D.Johnson, Md. Afzal Basheer Pasha And Ms. K. Prasanthi, 2013. Optical Fibres in the Modeling of Translucent Concrete Blocks. IJMER: International Journal of Modern Engineering Research. (3). ISSN 2248-9622.

Atd...

WWW.JIRKALOVA.INFO



