

DYNAMICKÉ VEŘEJNÉ OSVĚTLENÍ V PRAXI

DYNAMIC LIGHT

ČESKÁ VERZE
01 2019





Význam veřejného osvětlení

Veřejné osvětlení zajišťuje osvětlení venkovních prostorů, veřejných prostranství, pozemních komunikací. Ze své podstaty se jedná o veřejnou neplacenou službu občanům hrazenou z obecních rozpočtů, z jehož provozování neplynou obcím příjmy. Tato forma umělého osvětlení by měla poskytovat všem účastníkům zrakovou pohodu a bezpečný pohyb v období zhoršené viditelnosti a tmy.

Vhodný výběr svítidel s účinnými optickými prvky, vhodnou náhradní teplotou chromatičnosti a vhodným geometrickým uspořádáním světelných míst ovlivňuje nejen kvalitu osvětlení komunikací a veřejných prostranství, ale také provozní výdaje osvětlovací soustavy. Doplnění soustavy venkovního osvětlení o dynamické řídicí systémy může zajistit snížení spotřeby energie, nižší výdaje na provoz veřejného osvětlení, snížit míru rušivého světla (světelného znečištění).

Dynamické veřejné osvětlení disponuje vyšším stupněm říditelnosti. V širším rozsahu se přizpůsobuje aktuálním požadavkům dle dopravní nebo povětrnostní situace a potřebám uživatelů. Oblast aplikace dynamických řídicích systémů VO je částečně omezena jak z hlediska legislativy, tak z pohledu praktické využitelnosti.

- Dynamické veřejné osvětlení je vytvořené tak, aby se neustále „adaptovalo“ na aktuální potřebu a chování uživatelů při splnění legislativních požadavků a norem.
- Cílem dynamického osvětlení je maximalizovat komfort jeho uživatelů a minimalizovat světelné znečištění při optimalizaci nákladů a minimalizaci spotřeby energie.

1.1. Výběr barvy světla světelného zdroje

Dynamické řízení veřejného osvětlení umožňuje změny teploty chromatičnosti. LED zdroje mají náhradní teplotu chromatičnosti od teple bílé přes neutrální bílou až po chladně bílou barvu (2 700K - 6 500K). Výběr teploty chromatičnosti by měl zohledňovat potřeby a požadavky uživatelů místních komunikací a veřejných prostranství, tj. například základní dělení mezi klidové (obytné) zóny a průjezdní úseky silnic obcí. Konfliktní oblasti (např. místa pro přecházení, křižovatky náročné na orientaci...) je vhodné zvýraznit odlišnou teplotou chromatičnosti a vyšší hladinou jasu.

Charakter veřejného prostranství	Třída osvětlení	Náhradní teplota chromatičnosti (K)
Komunikace pro motorovou dopravu s vysokou intenzitou provozu	M, C	≤ 4 000
Komunikace se střední a nízkou intenzitou motorové dopravy a cyklostezky	M, C, P	3 000 - 4 000
Veřejná prostranství převážně pro pěší uživatele a komunikace s omezením motorové dopravy	P, M	2 500 - 3 000

Světový trend v oblasti venkovního osvětlování směřuje k nízkým náhradním teplotám chromatičnosti. Z hlediska ovlivňování životního prostředí a člověka je žádoucí používat ve veřejném osvětlení nízké teploty chromatičnosti z důvodu nižšího obsahu modrého světla ve spektru. Nižší náhradní teploty chromatičnosti zvyšují zrakovou pohodu a mají méně nepříznivý vliv na biologickou aktivitu člověka v nočních hodinách. V obydlených oblastech by měla být náhradní teplota chromatičnosti veřejného osvětlení do 3 000K.

1.2. Doba života svítidel

Doba života LED svítidla není rovna době života LED světelného zdroje. Doba života svítidla závisí na použitých komponentech, zejména době života předřadné elektroniky (driveru) a odpovídá životnosti nejslabší komponenty. Během doby stárnutí postupně klesá světelný tok svítidla, což je způsobeno jednak poklesem světelného toku LED a také degradací optických materiálů.

U LED světelných zdrojů je z hlediska spolehlivosti a zachování doby života rozhodující teplota LED čipu. Při provozování v nevhodných teplotních podmínkách dochází k výraznému poklesu doby života. Je důležité dbát na výrobcem udávanou přípustnou teplotu okolí, při které světelný zdroj vydrží pracovat po garantované době. Například LED svítidlo má udávanou dobu života dle výrobce pro teplotu okolí 25 °C 55 000 h, ale pro teplotu okolí 15 °C je to 75 000 h.

Při využití dynamického řízení veřejného osvětlení je proto vždy nutné brát v potaz kvalitu LED svítidla a jeho dobu životnosti. Dynamické řízení (např. snížení světelného toku) má pozitivní dopad na životnost LED modulu.

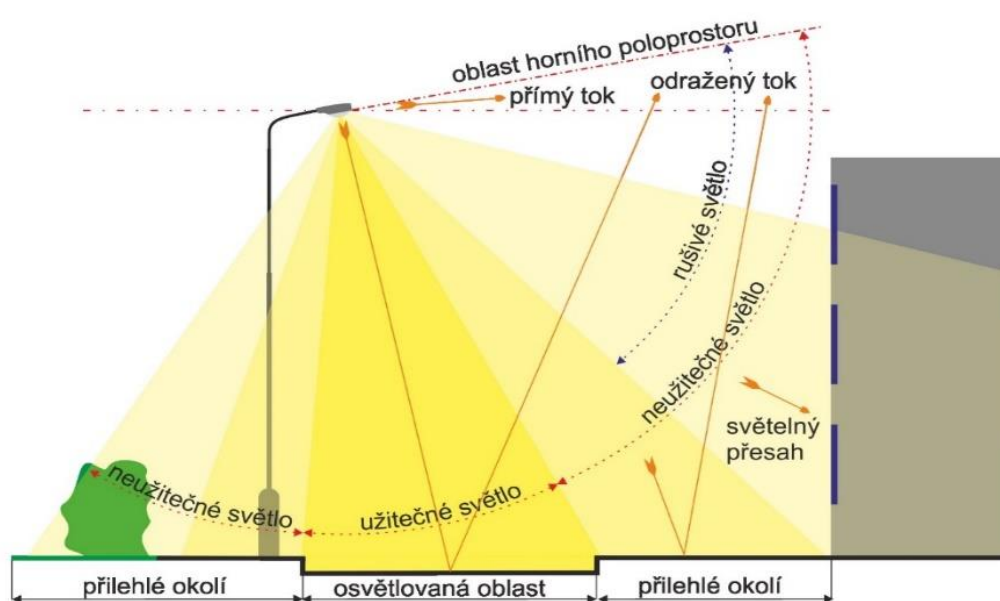
1.3. Rušivé světlo

Rušivé světlo bývá nazýváno také světelným znečištěním, ale je vhodné oba pojmy odlišovat. Z technického hlediska je možné takové světlo považovat za „neužitečné světlo“, které svými kvantitativními nebo směrovými vlastnostmi v dané situaci zvětšuje obtěžování, nepohodu, rozptýlení nebo omezuje schopnost vidět nejdůležitější informace.

Rušivé účinky venkovního osvětlení na astronomická pozorování se hodnotí podílem světelného toku vyzářeného do horního poloprostoru. Rušivý vliv reklamního a architektonického osvětlení se kontroluje povrchovým jasem fasád osvětlovaných objektů L_b (cd/m^2) a reklamních ploch L_s (cd/m^2).

Dynamické veřejné osvětlení kladně přispívá k snížení rušivého světla a světelného znečištění, neboť je skrze jeho aplikaci dosaženo nižšího světelného toku během noci, kdy není daná komunikace využívána.

Obrázek 1 Rušivé světlo



2. Koncepce veřejného osvětlení

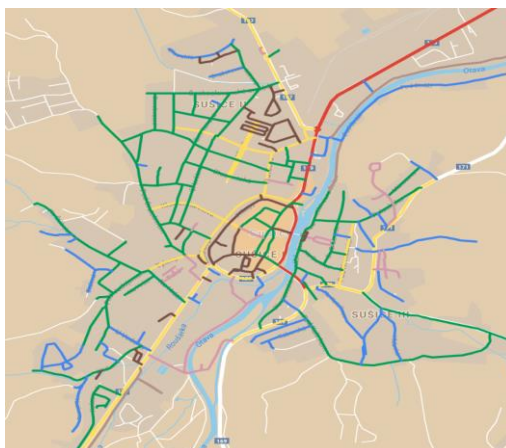
Dynamické veřejné osvětlení by mělo vždy začínat od koncepce, v jejímž rámci budou definovány základní požadavky, vlastnosti a parametry, jakých má veřejné osvětlení dosahovat s jasnou vizí celkové podoby města a jeho dominant v průběhu nočních hodin.

Vhodná koncepce VO zabrání uplatnění „dynamického“ veřejného osvětlení v části města, kde buď není zcela potřeba (např. vyšší třídy komunikací, nebo instalace senzorů, čidel a podobně do ulic, kde zcela pozbývají smyslu) nebo formou, která je zcela nevhodná k celkovému estetickému charakteru města (např. užití nevhodné barvy světla, chromatičnosti, ale i samotných světelných bodů a svítidel).

Základní plán veřejného osvětlení, Plán obnovy a modernizace veřejného osvětlení a Standardy veřejného osvětlení tvoří soubor strategických dokumentů, které by měly být vytvořeny pro každou obec. Dle metodiky doporučené SRVO může mít koncepce strukturu:

- Základní plán VO - generel VO (architektonicko-urbanistickou a světelně technickou studii zahrnující působení VO od architektonicko-urbanistické analýzy, přes dopravně bezpečnostní analýzu po environmentální a provozní analýzu). Hlavním obsahem generelu je zatřídění stávajících i plánovaných silnic a komunikací do příslušných tříd osvětlení. Na základě zatřídění jsou v generelu určeny světelně-technické požadavky pro danou komunikaci dle příslušných norem. Generel VO určuje světelně-technické požadavky na návrh, rekonstrukci či rozšíření (výstavbu) veřejného osvětlení.
 - Při využívání dynamického řízení by součástí generelu VO měla být také studie dynamického řízení, která stanoví vhodné komunikace (lokality), kde dává využití dynamické řízení smysl.
- Plán obnovy a modernizace - nástroj pro finanční plánování a specifikuje soubor prvků veřejného osvětlení, který je třeba pravidelně obnovovat, stanovuje odhad ročních nákladů na obnovu VO a navrhuje harmonogram obnovy a modernizace VO.
- Standardy VO - stanovují základní podmínky pro správu, provoz, rekonstrukci, obnovu a výstavbu veřejného osvětlení. Zahrnují osvětlovací soustavy pozemních komunikací, architekturní osvětlení a slavnostní osvětlení. Standardy plní úlohu doporučeného předpisu pro projektanty, investory a zhotovitele.

Obrázek 2 Příklad hodnocení ulic k jejich využitelnosti pro dynamické řízení VO



3. Dynamické veřejné osvětlení

Dynamické veřejné osvětlení spadá do koncepce chytrého města (Smart City). V Smart City se běžně prováděné jednotlivé činnosti dějí koordinovaně a propojeně a ideálně na jednotné informační platformě. Vývoj v oblasti světelných zdrojů LED vede k novým možnostem a řešením nejen z hlediska energetické efektivity, ale také bezpečnosti a ochrany životního prostředí. Dynamické veřejné osvětlení je dalším stupněm řízení soustav veřejného osvětlení, přičemž základem je statické řízení (v současné době standardní řešení).

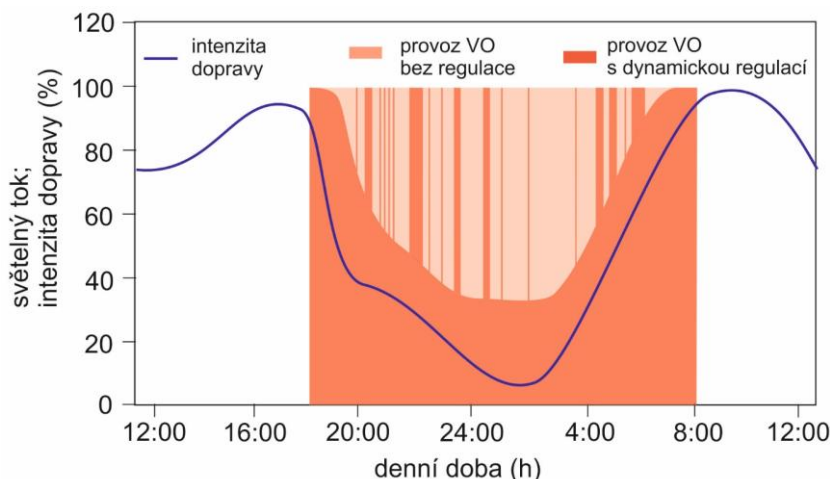
Stupně řízení soustav VO

Statické řízení	Pracuje s programovatelnými předřadníky v jednotlivých svítidlech. V předřadníku jsou naprogramovány časové harmonogramy stmívání světelného toku ve více hladinách.
Statické řízení s otevřeným přístupem	Většinou se jedná o skupinové řízení několika světelných bodů s možností vzdáleného přístupu a s možností zasahovat do systému a pozměňovat režim řízení světelného toku.
Dynamické řízení	Jednotlivá svítidla jsou vybavena autonomním prvkem regulující světelný tok. Svítidla jsou řízena na základě signálů z centrální řídicí jednotky. Centrální řídicí jednotka může svítidla ovládat samostatně nebo v libovolných skupinách dle naprogramování. Senzory zajišťující dynamické řízení mohou být rozprostřeny po celé soustavě VO. Komunikace probíhá mezi centrální řídicí jednotkou, senzory, svítidly a dispečinkem.

Cílem dynamického veřejného osvětlení by měla být „adaptace“ na aktuální potřebu a chování uživatelů při splnění legislativních požadavků a norem. Dynamické řízení VO proto:

- skýtá řešení pro časové periody s nízkou hustotou dopravy.
- svítí v době, kdy je potřeba, a v kvalitě, která je v danou dobu žádoucí.
- skýtá vysoký potenciál pro snížení energetické spotřeby a pro snížení světelného znečištění.
- umožňuje umístování dalších technologií, kamerových systémů, prvků meteorostanic, monitoringu kvality prostředí, komunikačních prvků a podobně.
- mělo být propojeno s telematickými systémy městské infrastruktury (pro zjištění aktuální hustoty provozu, a podobně).

Obrázek 3 Příklad činnosti dynamicky řízené osvětlovací soustavy na základě vyhodnocování aktuálního výskytu účastníků provozu a naučeného algoritmu řízení





Využití dynamického veřejného osvětlení je vhodné zejména pro třídy osvětlení komunikací P a nižší třídy M, avšak je důležité brát v potaz, že:

- hodnoty parametrů se mohou měnit a lze tak dospět k jiným třídám osvětlení.
- změna v zatřídění komunikace má za následek i rozdílné požadavky, které jsou kladeny na danou pozemní komunikaci za standardních podmínek.
- změna zatřídění komunikací do jiné třídy osvětlení a tím možné snížení průměrného jasu musí být prováděna s opatrností.
- nedoporučuje se změna regulace veřejného osvětlení na nebezpečných úsecích komunikací (kriminalita, změna počasí, intenzita dopravy a podobně).

Nezbytným krokem k dynamickému VO je cílevědomá a promyšlená výměna nejen stávajících svítidel za LED zdroje, ale také odpovídající rozsah obnovy ostatních zařízení osvětlovacích soustav. To sebou nese nezbytnou úvahu o vazbách na následující prvky infrastruktury, tj. **Technická infrastruktura** (připravenost elektrických rozvodů a rozvaděčů), **Dodržení světelně-technických parametrů (svítidla s odpovídajícími křivkami svítivosti vyhovující geometrickému uspořádání nosných konstrukcí VO)** a **Řídicí infrastruktura** (umožňující vzdálené řízení a komunikaci jednotlivých prvků (svítidla, rozvaděče)).

3.1. Technologie dynamického řízení veřejného osvětlení

Dynamické řízení veřejného osvětlení využívá technologie:

- vzdáleného přístupu k rozvaděčům VO a předávání informací o aktuálním stavu, např. informace o činnosti rozvaděče (aktuální hodnoty proudu v jednotlivých fázích u každé napájecí větve, čas zapnutí/doba provozu, velikost odebíraného činného a jalového výkonu každé větve), hlášení poruch (výkyv odebíraného proudu v rámci definovaných mezí, otevření dveří skříně rozvaděče).
- kamerových systémů, pohybových čidel a senzorů, které umožňují nejen dohled nad rozvaděči VO, ale také řízení osvětlovací soustavy v reálném čase (dílkách skupin světelných bodů, popřípadě jednotlivých svítidel).
- kontrolních a řídicích systémů zajišťující vzdálenou komunikaci a ovládání jednotlivých prvků prostřednictvím mobilních sítí či internetu. Celá správa může být snadno přenositelná na komerční servisní organizaci. Sběr spolu s vyhodnocováním dat a následné řízení je zajištěno na datových serverech servisní organizace, případně v cloudových úložištích.

Model dynamického řízení osvětlovací soustavy lze shrnout do skladby jednotlivých zařízení v následující hierarchii:

- Virtuální datové úložiště - cloud (systém vzdáleného dohledu může data odesílat přímo na dispečink technických služeb města nebo na cloudové úložiště, ke kterému má přístup správce VO).
- Dohledové pracoviště.
- Rozvaděče VO s řídicím systémem.
- Komunikační prvky rozvaděče pro datový přenos.
- Sensory okolního prostředí (např. senzory přítomnosti, senzory směru a rychlosti pohybu, senzory počtu průjezdů / průchodů, dešťové senzory, kamerové a signalizační systémy, systémy dálkového odečtu, řízení a komunikace).
- Komunikační prvek a řídicí systém svítidla nebo skupiny svítidel.

Pro řízení osvětlovacích soustav se využívají různé druhy komunikace mezi řídicím systémem, dispečinkem a světelnými body. Lze je dělit na technologie bezdrátové a tzv. metalické. Z hlediska náročnosti zřízení



chytrého (dynamického) veřejného osvětlení mají uplatnění bezdrátové typy přenosu dat. Pro bezdrátový přenos se využívají různé protokoly komunikačních standardů, které souvisejí se zaváděním technologie Internet of Things (IoT) - internet věcí.

Doplňkově lze chytré veřejné osvětlení spojit s dalšími užitečnými funkcemi, jako jsou rychlodobíjecí stanice pro elektromobilitu, environmentální a meteorologické stanice, napojení na integrovaný záchranný systém s možností přivolání pomoci, informační tabule pro veřejnost nebo WiFi hotspoty.

Dynamické veřejné osvětlení by mělo být přímo propojeno s pasportem VO a veškeré změny jsou zaznamenány a provedeny v reálném čase. Aktualizace pasportu proběhne na základě hlášení poruch ze systému, provedené práce servisní organizace, včetně rozpisu použitého materiálu a výkazu pracovní činnosti. Lze provádět sledování celé soustavy chytrého VO (stav rozvaděčů, stav zapínacího bodu) až po sledování jednotlivých světelných míst.

3.2. Využití dynamického veřejného osvětlení

Plošné rozšíření dynamického veřejného osvětlení je omezeno několika faktory, popsány v přehledu níže.

Racionální	Systémy dynamického osvětlení jsou sofistikované řídicí algoritmy, a tudíž i nákladné. Zajištění snížení výdajů na provoz nemusí zajistit návratnost investice, zvláště v oblasti s minimální proměnlivostí dopravy.
Legislativní	Dynamické řízení VO není dosud zakotveno v technických normách. Není vytvořen nástroj, kterým by bylo možné stanovit mezní hodnoty regulace světelného toku.
Technické	Dynamické VO není vhodné aplikovat na komunikace s vysokou intenzitou dopravy.
Ekonomické	Vybudování propracované soustavy se všemi prvky zajišťující spolehlivé a bezpečné řízení dynamiky provozu VO, je nákladné.

Dynamické řízení VO má smysl pouze na úsecích silnic a částí měst, kde svým provozem nesníží bezpečnost pohybu a schopnost orientace. A zároveň dynamické řízení přispěje k snížení energetické náročnosti provozu osvětlovacích soustav měst a obcí

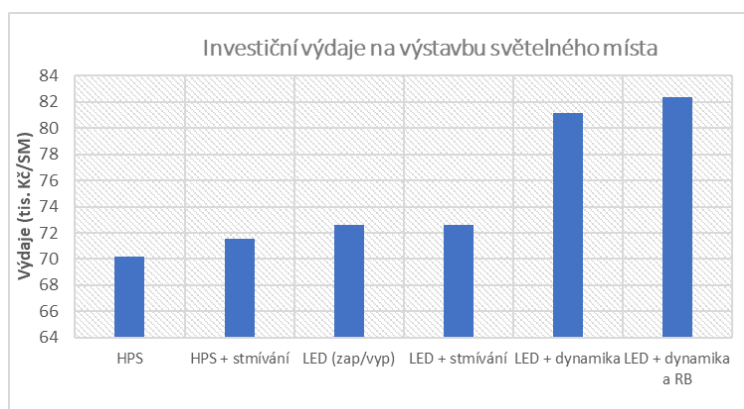
Rozvoj dynamického veřejného osvětlení je pouze částečně limitován legislativou, jejíž budoucí změny zcela jistě přinesou i nové možnosti jeho uplatnění. Zásadní podmínkou je výše popsany konceptní přístup k rozvoji VO ve městech a obcích. Dílčí aplikace „per partes“ bez komplexní strategie se může výrazně projevit na provozních nákladech celé soustavy VO. Kromě celostní strategie a dobře zvládnutých rozhodovacích procesů (plánování) je další podmínkou dobrý stav infrastruktury, resp. dlouhodobý plán obnovy tak, aby i dynamické řízení bylo možné postupně zavádět a vyhodnocovat dosažené provozní efekty.

4. Investiční a provozní náklady dynamického veřejného osvětlení

Vybudování nové osvětlovací soustavy s dynamickým řízením je výhodnější než renovace, neboť umožní optimální rozmístění světelných míst dle projektu zohledňující použití nových svítidel s vyšší účinností a zároveň umožní přizpůsobení aktuálním potřebám komunikací. Komplexní rekonstrukcí se docílí většího snížení instalovaného příkonu soustavy než pouhou výměnou svítidel. Z celkového pohledu je investice do dynamické soustavy veřejného osvětlení (kompletně nové) přibližně o 15 % vyšší, nežli investice do soustavy s HPS (vysokotlaké sodíkové výbojky).

Na příkladu modelové komunikace byly vypočítány investiční a provozní náklady pro 6 druhů osvětlovacích soustav: i) soustava s HPS bez řízení (pouze vypnuto/zapnuto), ii) soustava s HPS se stmíváním podle předem nastaveného harmonogramu, iii) soustava s LED bez řízení (pouze vypnuto/zapnuto), iv) soustava s LED se stmíváním podle předem nastaveného harmonogramu, v) soustava s LED a dynamickým řízením, vi) soustava s LED a biodynamickým řízením (regulovaná bílá (RB)).

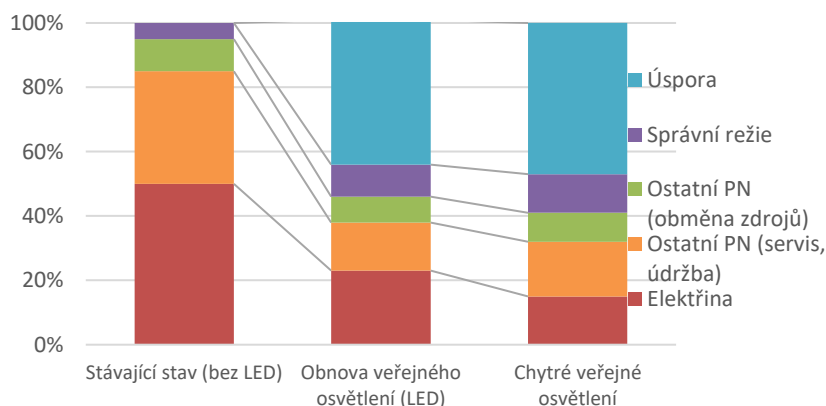
Obrázek 4 Porovnání investičních nákladů na vybudování soustavy veřejného osvětlení



4.1. Provozní náklady

Nové technologie a nové možnosti s sebou přinášejí nové vyvolané náklady. S rozvojem LED a dynamického řízení veřejného osvětlení by měly klesat jak náklady na elektrickou energii, tak i ostatní provozní náklady a náklady na výměnu zdrojů. Pokles nákladů by měl být úměrný podílu LED svítidel na celkovém počtu světelných bodů v obci či městě. Na druhou stranu, využití chytrých systémů veřejného osvětlení s sebou pak přináší další provozní náklady (samotný software, administrace, obsluha a podobně).

Obrázek 5 Příklad modelově ilustruje možnou změnu struktury a výši provozních nákladů v souvislosti s přechodem na LED zdroje světla a na dynamické/chytré veřejné osvětlení



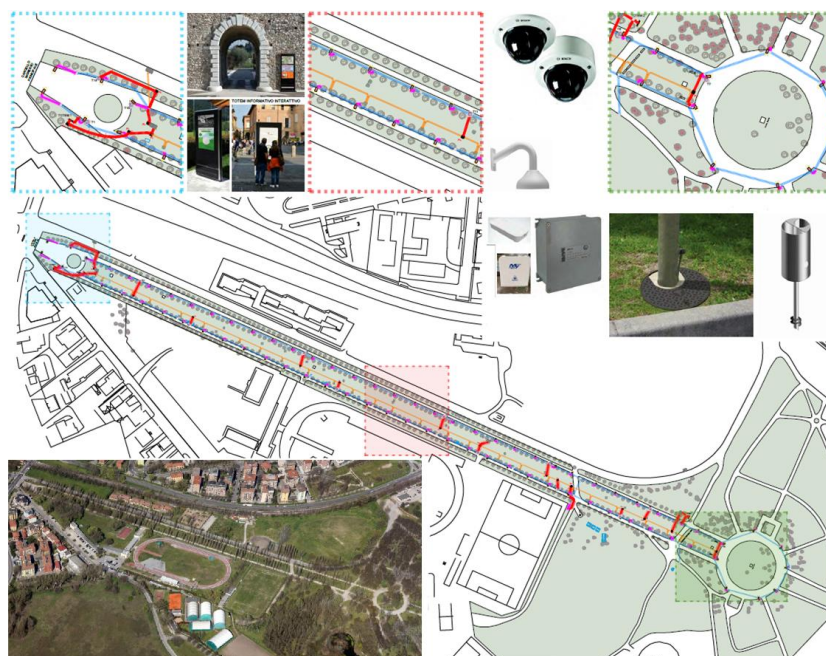
5. Příklady realizací dynamického řízení v Evropě

5.1. Park Bosco Virgiliano - Mantova

Park Bosco Virgiliano se nachází v jihovýchodní části historického města Mantova a je využíván především obyvateli periferních čtvrtí k odpočinkovým a sportovním aktivitám. Jako pilotní oblast byl park vybrán obyvateli města, kteří jej označili za problematické místo s nedostatečným osvětlením a vyšší mírou kriminality.

Cílem projektu byla kompletní obnova osvětlení zajišťující energetické úspory, snížení světelného znečištění, emisí CO₂ a provozních nákladů, doplněná o kamerový a řídicí systém, jednak monitorující pohyb v parku, a také sloužící k regulaci osvětlení. Řídicí systém je propojen s ostatními službami „Smart City“ Mantova.

Obrázek 6 Schéma soustavy veřejného osvětlení v parku



Koncept dynamického osvětlení

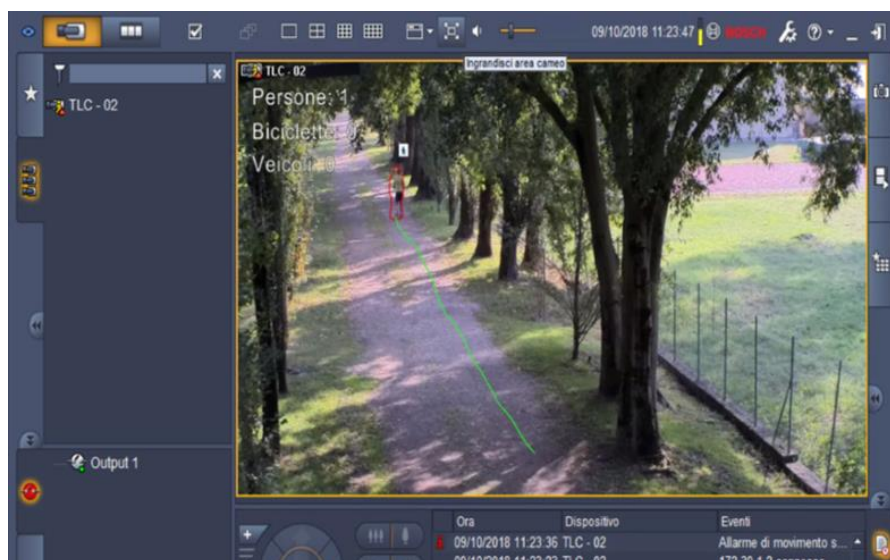
Součástí nového konceptu osvětlovací soustavy parku byla kompletní změna rozmístění světelných míst (zvýšen jejich počet, stanoveny stejné rozteče mezi sloupy) s využitím LED svítidel umožňujících změnu světelného toku (1 - 100 %) a změnu teploty chromatičnosti v rozmezí 2 700K až 4 000K.

Park je rozdělen do 6 sektorů (vždy po 10 světelných zdrojích), přičemž každá lokalita je monitorována dvojicí kamer. Celkem se v parku nachází 74 světelných míst (60 z nich umožňující změnu teploty chromatičnosti) a 15 kamer. Na vstupu do parku a v okolí centrální sochy jsou změny světelných parametrů minimální (teplota chromatičnosti je 4 000K a světelný tok 100 %), přičemž ke změně dochází pouze během noci (od 23:00 do vypnutí), kdy je světelný tok snížen o 30 %. V ostatních částech parku je pak umožněno dynamické řízení v závislosti na přítomnosti osob. Při nepřítomnosti osob je úroveň světelného toku v rozmezí 10 - 20 % a teplota chromatičnosti je 2 700K. V přítomnosti osob/cyklistů pak systém plynule přejde na 50 % světelného toku a teplotu chromatičnosti 4 000K. V případě aut/speciálních událostí je nastaven systém na 100 % světelného toku a teplotu chromatičnosti 4 000K.

Systém dynamického řízení

Osvětlovací soustava je řízena systémem od Bosch Sicherheitssysteme GmbH, jenž zajistila instalaci inteligentních videokamer a vývoj softwaru (včetně konfigurace). Všechny světelné body jsou vybaveny čidly, kontrolním a monitorovacím systémem. Síťové propojení komponent probíhá přes kabelové připojení a WIFI bránu.

Obrázek 7 Software Bosch pro řízení veřejného osvětlení



Systém je založen na detekci uživatelů prostřednictvím sítě optických vláken a videokamer. Data jsou zpracována softwarem s integrovanou „inteligentní analýzou“. Prostřednictvím strojového učení vytváří tento software různé profily založené na typu uživatele (chodci, jízdní kola a podobně) a/nebo na konkrétních podmínkách (mlha, nouzové situace a podobně). Kódovaná zpracovaná data jsou pak přímo využita k přizpůsobení a zajištění potřebné úrovně osvětlení v dané části parku dle potřeby.

Energetická bilance a náklady investice

Celková roční spotřeba elektrické energie před rekonstrukcí byla 32,3 MWh, po rekonstrukci je spotřeba kalkulována na 12 MWh. Při srovnání s původními sodíkovými výbojkami se očekávaná úspora energie pohybuje okolo 65 %. Dynamické řízení veřejného osvětlení se na úspoře elektrické energie podílí přibližně 10 %.

Celkové investiční náklady byly 5 150 000,-Kč s očekávanou průměrnou roční úsporou nákladů 89 500,- Kč. V rámci obnovy osvětlovací soustavy se jednalo o kompletní obnovu, včetně kabelových rozvodů, softwarového řešení, informačního panelu a dalších komponent.

5.2. Vrch s kaplí Anděla Strážce - Sušice

Vrch s kaplí Anděla Strážce ležící severovýchodně nad městem, je významným objektem a přírodní i kulturní dominantou města Sušice, která je patrná nejen z panoramatických dálkových pohledů na město, ale je také významným pohledovým bodem z intravilánu města.

Původní soustavu veřejného osvětlení v úseku „schodiště a kaple Anděla Strážce“ tvořily historizující lucerny v nevyhovujícím fyzickém stavu (5 světelných míst). Vzhledem k velké rozteči svítidel nebylo schodiště dostatečně osvětleno. Architekturní osvětlení kaple nebylo kompletní a také ve špatném stavu, chybělo osvětlení z východního směru a nebyly osvětleny střechy věžiček. Zároveň byly polohy stávajících světelných míst nevyhovující z pohledu vytvoření plastického vzhledu stavby.

Obrázek 8 Osvětlovací soustava Vrch s kaplí Anděla Strážce



Koncept dynamického osvětlení

Koncept dynamického osvětlení schodiště a kaple Anděla Strážce vycházel z „Konceptu veřejného osvětlení města Sušice“, přičemž jedním ze základních požadavků bylo zajištění rovnoměrnosti osvětlení a viditelnosti schodových stupňů při zachování komornosti místa a zajištění na pohled příjemného osvětlení kaple a okolí při pohledu z centra města. Zároveň bylo cílem architekturního osvětlení zajištění plastického vzhledu kaple.

- Repasované litinové lucerny Pechlát (5ks) (původně HPS 70W) nahrazeny světelnými diodami (2x LED modul 30/30W)
- Plynulá regulace světelného toku
- Laditelný barevný tón v rozsahu od teple bílého do neutrálně bílého tónu (2 000K - 6 000K, ale používá se jen rozsah 2 000K - 3 000K)
- Datové připojení pohybového čidla
- Komunikace se svítidly systémem PLC
- Řídicí centrální systémem (Getway) v rozvaděči - komunikace přes GPRS
- Software - Orcave 401-550
- Protokol pro řízení svítidel DALI

Veřejného osvětlení - schodiště

Dynamické řízení veřejného osvětlení schodiště umožňuje změny světelných podmínek na základě centrálně přednastavených časových režimů a informací z pohybových čidel, která jsou integrována do konstrukce svítidla. Proměnnými parametry jsou: i) hladina osvětlenosti (mění se podle časového režimu a přítomnosti osob od 1lx po 5lx), ii) barevný tón světla (mění se podle časového režimu nezávisle na provozních režimech VO, jsou použity dvě úrovně teploty chromatičnosti s plynulým přechodem od 3 000K do 2 000K, kdy 2 000K je použita během noci od 22:00 do 5:59, 3 000K pak ve zbytku časové periody). Cílem nastavení je minimalizovat negativní vliv modré složky světla.

Jsou přednastaveny dva hlavní režimy osvětlení - běžný režim a slavnostní režim, přičemž oba dva jsou pak dále rozděleny do tří časových pásem (viz. Tabulka).

	ON - 21:59	22:00 - 5:59	6:00 - OFF
Mód	Adaptivní - standardní	Adaptivní - nízký	Adaptivní - standardní



	Přítomnost	Nepřítomnost	Přítomnost	Nepřítomnost	Přítomnost	Nepřítomnost
Běžný režim osvětlení						
Osvětlenost	80%	40%	40%	20%	80%	40%
	4lx	2lx	2lx	1lx	4lx	2lx
Slavnostní režim osvětlení						
Osvětlenost	100%		60%	40%	80%	40%
	5lx		3lx	2lx	4lx	2lx

Architekturní osvětlení – kaple Anděla Strážce

Pro architekturní osvětlení kaple jsou použity laditelné LED světlometry umožňující plynulou změnu teploty chromatičnosti od 2 700K a 4 000K. Proměnnými parametry jsou i) nastavitelná hladina osvětlenosti a ii) barevný tón světla.

Nastavení parametrů se nemění během noci, avšak jsou přednastaveny 3 módy (všední, víkend, slavnostní). Zároveň je teplota chromatičnosti měněna podle ročního období (od 2 700K v zimě po 4 000K v létě). Hladinu osvětlení i teplotu chromatičnosti je možné individuálně nastavit (např. kulturní akce v lokalitě).

Fasáda	Všední dny		Víkend		Slavnostní	
	L_m (Cd/m ²)	E_m (lx)	L_m (Cd/m ²)	E_m (lx)	L_m (Cd/m ²)	E_m (lx)
Západní	3,7	15	5	20	7,5	30
Východní	2,5	10	3,7	15	5	20
Jižní	1,5	5	2	7	3	10
Severní	1,5	5	2	7	3	10

Energetická balance a náklady investice

Uvažovaná doba provozu veřejného osvětlení (4 315 hod/rok) je stejná před i po rekonstrukci; architekturní osvětlení uvažuje dobu provozu po rekonstrukci 2 127 hod/rok. Celkový instalovaný příkon před rekonstrukcí byl 1,1 kW (veřejné osvětlení 350 W, architekturního osvětlení 750 W), po rekonstrukci je 0,886 kW (veřejné osvětlení 256 W, architekturního osvětlení 630 W). Uvažovaná roční spotřeba elektrické energie 0,87 MWh. Dynamické řízení veřejného osvětlení se na úspoře elektrické energie podílí přibližně 9 %.

5.3. Areál bývalého cukrovaru - Cesena

Areál bývalého cukrovaru na severozápadě města Cesena je především rezidenční oblastí s vysokým rekreačním potenciálem a se strategickou polohou v rámci městského kontextu, neboť spojuje historické staré centrum se sportovním a rekreačním areálem hipodromu. Kromě toho má tato oblast vysokou společenskou hodnotu díky přítomnosti nového univerzitního kampusu, který byl slavnostně otevřen v roce 2018.

Obrázek 9 Osvětlovací soustava areálu bývalého pivovaru



Na počátku projektu byla provedena analýza sociálních potřeb mezi obyvateli města, jež ukázala, že nejkritičtějšími oblastmi veřejného osvětlení jsou dva parky: park 11. září 2001 a pěší stezka v parku Charlese Darwina za novým univerzitním kampusem. Oba parky jsou důležitými spojnicemi v sousedství, přičemž úroveň osvětlení byla nedostatečná, parky vypadaly temně, opuštěně a nebezpečně.

Koncept dynamického osvětlení

Cílem nového konceptu osvětlení obou parků bylo zlepšení osvětlenosti (splnění požadavků norem, třída osvětlení P4), snížení světelného znečištění, snížení spotřeby energie a zvýšení bezpečnosti a atraktivity parků.

V parku 11. září 2001 bylo odstraněno všech 69 světelných míst (39 rtuťových výbojek - 125W; 31 nízkých fluorescentních svítidel - 24W). Ty byly nahrazeny 25 světelnými místy s LED svítidly (model Cree Ledway Road, 37/12W, teplota chromatičnosti 3 000K) vybavené pohybovým čidlem a detektorem přítomnosti. V parku Charlese Darwina byly původní vysokotlaké sodíkové výbojky (70W) a rtuťové výbojky (80W) také nahrazeny LED svítidly (stejný typ, 22 světelných míst). Instalovaná pohybová čidla detekují přítomnost chodců ve 3 různých vzdálenostech (6 m, 7 m, 12 m).

Dynamické řízení veřejného osvětlení v parcích umožňuje změny světelných podmínek na základě centrálně přednastavených časových režimů a informací z pohybových čidel, přičemž jsou nastaveny dvě základní úrovně osvětlení – běžný režim a krizový/slavnostní režim. Oba dva režimy pak mají nastaveny úrovně osvětlenosti v závislosti na denní době.

Mód	ON - 22:59		23:00 - 6:59		7:00 - OFF	
	Adaptivní - standardní		Adaptivní - nízký		Adaptivní - standardní	
	Přítomnost	Nepřítomnost	Přítomnost	Nepřítomnost	Přítomnost	Nepřítomnost
Běžný režim osvětlení						
Osvětlenost	80%	40%	40%	20%	80%	40%
Krizový/slavnostní režim osvětlení						
Osvětlenost	100%		40%	20%	80%	40%

V případě detekce osob/cyklistů systém plynule zvýší úroveň osvětlenosti v dané části parku (dané světelné místo), přičemž opětovné snížení osvětlení daného světelného místa nastane za 3 minuty (pokud není detekována přítomnost).

System dynamického řízení

Osvětlovací soustava je řízena webovým systémem GESTART (+LUMINIBUS® telemetering system) pro vzdálenou správu malých, středních a velkých souborů řídicích zařízení připojených k veřejnému osvětlení, ale i jiných systémů.

Energetická bilance a náklady investice

Celková roční spotřeba elektrické energie před rekonstrukcí byla 30,3 MWh, po rekonstrukci je spotřeba kalkulována na 7 MWh (při stejné době provozu 4 250 hodin za rok). Při srovnání s původními sodíkovými výbojkami se očekávaná úspora energie pohybuje okolo 77 %. Dynamické řízení veřejného osvětlení se na úspoře elektrické energie podílí přibližně 9 %.

Celkové investiční náklady byly 1 734 000,- Kč s očekávanou průměrnou roční úsporou nákladů 24 000,- Kč. Provozní náklady nové osvětlovací soustavy jsou kalkulovány na 2 320,- Kč na světelné místo. V rámci obnovy osvětlovací soustavy se jednalo o kompletní obnovu, včetně kabelových rozvodů, softwarového řešení a systémů řízení světelných míst s přípravou pro zapojení do centrálního řídicího systému osvětlení.

5.4. Ring Čakovec

Pilotní projekt realizace dynamického řízení zahrnuje modernizaci silniční osvětlovací soustavy, která se nazývá „Ring Čakovec“ (okruh) a nachází se v centru města Čakovec. Celá oblast je kombinace obytných, komerčních a veřejných budov (včetně škol), využívaná zejména místními obyvateli ke každodenním aktivitám. Vzhledem k tomu, že „Ring Čakovec“ obklopuje vnitřní město a spojuje všechny druhy institucí, jedná se o nejdůležitější komunikaci ve městě.

Obrázek 10 Pilotní oblast, Ring Čakovec



Koncept dynamického osvětlení

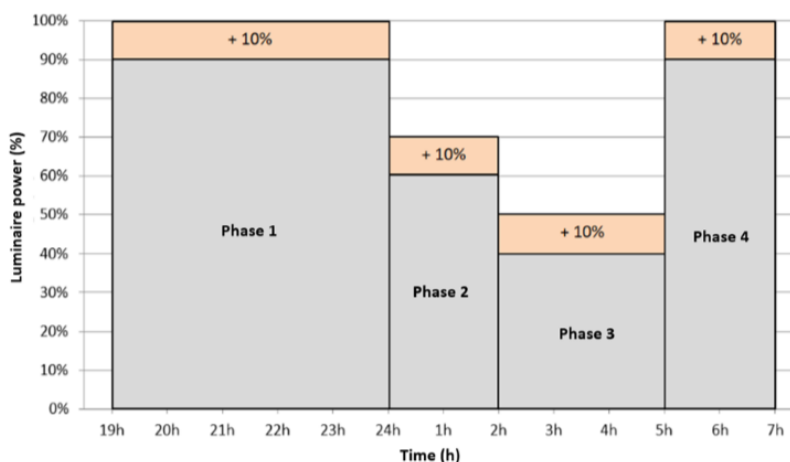
Hlavním cílem realizace pilotní instalace bylo ověření možnosti uplatnění technologie dynamického řízení ve vytížených centrech měst. Z tohoto důvodu byla při tvorbě koncepce vytvořena studie proveditelnosti, jenž negativně zhodnotila přínos dynamického řízení. Hlavními důvody bylo splnění legislativních norem a vyšší úroveň provozu během noci, jež de facto eliminovaly uvažované přínosy zavedení systému dynamického řízení (dodatečná úspora by se pohybovala pouze okolo 1 - 2 % ročně). Koncept nového osvětlení se proto zaměřil na optimalizaci úrovně stmívání podle předem daného harmonogramu a na využití softwarového řešení pro změnu úrovně osvětlenosti při změně počasí (zejména mlh, které jsou v oblasti velmi časté a významně snižují viditelnost na komunikaci).

Modernizace veřejného osvětlení zahrnovala výměnu 160 stávajících svítidel (vysokotlaké sodíkové výbojky; 250W a 500W) za 150 LED svítidel, konkrétně 67 svítidel (120W), 75 svítidel (130W) a 8 svítidel (160W). Součástí investice byla i instalace senzorů povětrnostních podmínek (déšť, mlha) a systému pro řízení veřejného osvětlení. Naopak, s ohledem na dobré rozmístění světelných míst a relativně novou osvětlovací soustavu (sloupy, kabeláž), nebyly realizovány žádné zemní práce.

Systém dynamického řízení

Jako systém řízení a managementu je instalována cloudová platforma COWLET IoT (Schröder), která využívá bezdrátovou komunikaci mezi svítidly, senzory a samotnou platformou. Instalované senzory slouží primárně na detekci změn počasí, přičemž reagují na špatné povětrnostní podmínky, jako je silný déšť nebo hustá mlha. V rámci projektu bylo provedeno pilotní testování několika různých možných režimů, byla měřena úroveň osvětlenosti v návaznosti na splnění příslušných norem a zajištění dobré viditelnosti i při nepříznivém počasí. Základní nastavení osvětlení slouží od zapnutí soustavy až do půlnoci, kdy většina svítidel pracuje na 90 % instalovaného výkonu při dodržení příslušných světelných norem (fáze 1), poté je jejich intenzita snížena na 60 % (od půlnoci do 2 hodin ráno). Od 2:00 do 5:00 hodin, se intenzita dále sníží na 40 % a v pět hodin ráno je osvětlení opět přepnuto do základního režimu 90 % instalovaného výkonu. Světelná místa, která nemění svou intenzitu, jsou umístěna na kruhových objezdech a na přechodech pro chodce, přičemž pracují neustále na 100 % jmenovitého výkonu. Intenzita světla se mění i při špatných povětrnostních podmínkách (déšť, mlha, sněhové přeháňky), kdy se zvýší na 100 % světelného výkonu u všech svítidel.

Obrázek 11 Nastavený časový harmonogram stmívání



Energetická bilance

Celková roční spotřeba elektrické energie před rekonstrukcí byla 238 MWh, po rekonstrukci je spotřeba kalkulována na 81 MWh. Při srovnání s původními sodíkovými výbojkami se očekávaná úspora energie pohybuje okolo 66 %. Nastavený harmonogram řízení veřejného osvětlení se na úspoře elektrické energie podílí přibližně 18 %.

Náklady rekonstrukce

Celkové investiční náklady byly 2 040 000,- Kč s očekávanou průměrnou roční úsporou nákladů 472 000,- Kč. V rámci obnovy osvětlovací soustavy se však nejednalo o kompletní obnovu světelných míst (včetně kabelových rozvodů), ale pouze o výměnu svítidel, instalaci softwarového řešení a senzorů. Doba návratnosti investice je 4,3 roky, tedy velmi krátká. Oproti jiným pilotním projektům se nejedná o investici do veřejné soustavy s dynamickým řízením, ale o využití LED svítidel se stmíváním podle předem nastaveného harmonogramu. Toto řešení je vhodné pro centra měst s třídou osvětlení M4 a vyšší, neboť dosahuje významných energetických úspor s menšími náklady, nežli je tomu u dynamického řízení.

5.5. Cyklostezka Werftallee - Rostock

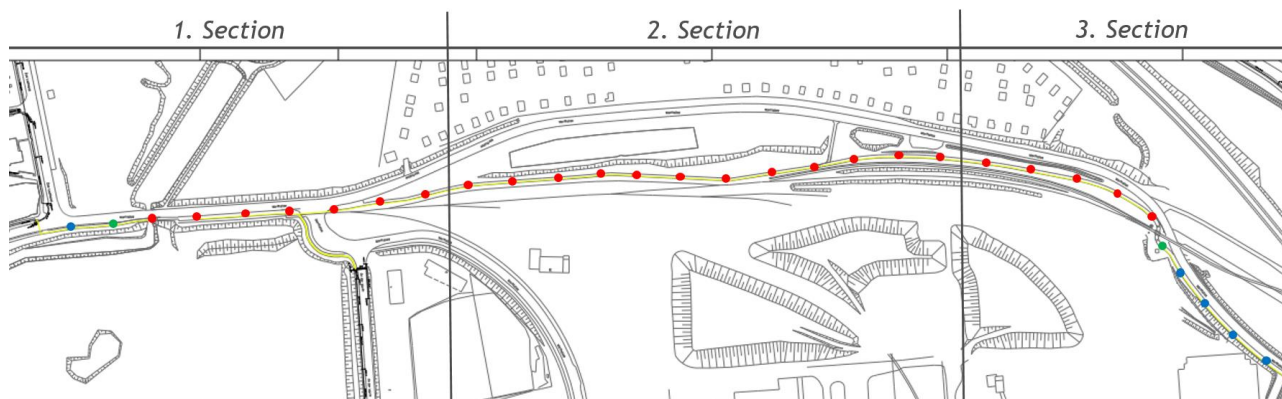
Podpora udržitelné dopravy je jednou z hlavních priorit města Rostock. Hustá síť cyklostezek s kvalitním veřejným osvětlením, je jednou z možností, jak toho docílit. Proto byla pro realizaci pilotního projektu dynamického řízení veřejného osvětlení vybrána 800 m dlouhá pěší a cyklistická stezka podél silnice v ulici „Werftallee“. Trasa spojuje dvě sousední městské části a vytváří důležité spojení pro okolní residenční oblasti, přílehlý průmyslový areál i pro turistiku. V první části vede cyklostezka paralelně se silnicí, ve druhé části přechází do samostatné trasy a je obklopena zelení. Ochrana životního prostředí skrze snížení modré složky světla měla proto také prioritu a kladla speciální nároky na implementaci dynamického systému osvětlení.

Koncept dynamického osvětlení

Koncept dynamického osvětlení na cyklostezce v ulici Werftalle plně vychází ze strategie veřejného osvětlení města Rostock, jehož koncept veřejného osvětlení je založený na aktuální potřebnosti osvětlení (dynamické řízení), nízké spotřebě energie s využitím LED svítidel a jejich minimální rozmanitosti, nízkých nákladech na provoz a údržbu, minimalizaci světelného znečištění a emisí CO₂.

Instalace nových světelných míst podél cyklostezky byla realizována s 33 LED svítidly (ALFONS I FF LED, 9W), které byly napojeny na stávající světelná místa osvětlující silnici. Každé světelné místo má řídicí jednotku a integrovaný infračervený senzor pro detekci pohybu. Pokud pohybová čidla detekují uživatele, intenzita osvětlení je plynule upravena specificky pro konkrétní úsek cyklistické stezky. Pokud se žádný uživatel nenachází v detekčním rozsahu senzorů, osvětlení se sníží na základní nastavení po 30 sekundách. Teplota chromatičnosti je 3 000K.

Obrázek 12 Osvětlovací soustava cyklostezka Werftallee



Cyklostezka je rozdělena na 3 úseky i) první úsek ze směru „Groß Klein“ vede souběžně se silnicí ii) druhý úsek za křižovatkou vede samostatně přes zeleň, iii) třetí úsek sousedící s částí Warnemünde vede souběžně se silnicí. Základní světelný tok je nastaven v závislosti na daný úsek cyklostezky a to v rozmezí 0 % a 20 % (na křižovatkách je 20 %, v části, která je rovnoběžně se silnicí 10 %, v oblastech zeleně a bez přímého vstupu nebo přejezdů je 0 %).

Aby bylo zajištěno rovnoměrného osvětlení cyklostezky, dochází k přenosu informací mezi světelnými místy (rádiová komunikace), což zajistí, aby byly osvětleny potřebné části cyklostezky dopředu.

Nízká úroveň světelného toku vycházela z analýzy využívání cyklostezky. V časové periodě mezi půlnocí a 4tou hodinnou ranní cyklostezku využijí v průměru pouze 2 osoby za hodinu. Od 10 hodin večer do půlnoci a od 4 hodin ráno do 6 hodin ráno jsou to přibližně 4 osoby za hodinu. Ve zbylých hodinách cyklistickou stezku využívá okolo 14 osob za hodinu.

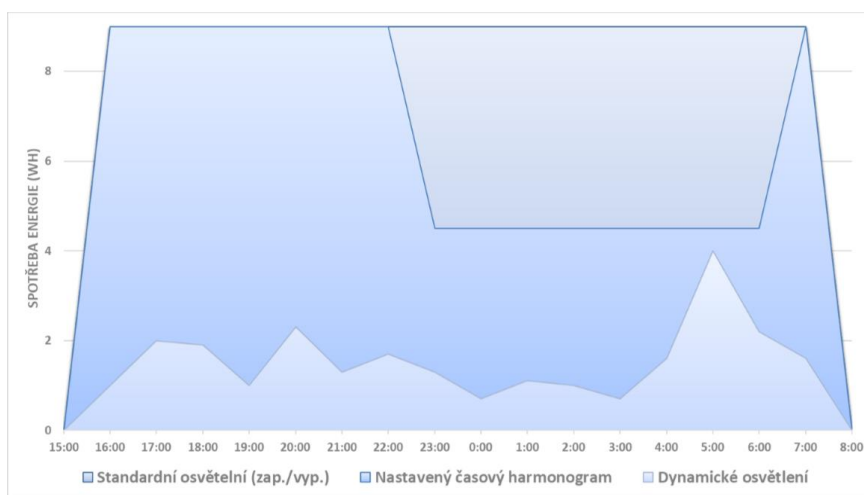
Systém dynamického řízení

Osvětlovací soustava je řízena webovou aplikací. Dálkové ovládání systému je zajištěno přes gateway, která shrnuje data všech připojených světelných míst a zpřístupňuje je ve webové aplikaci, skrze kterou jsou snadno světelná místa monitorována, řízena a upravována jakýmkoliv počítačem s přístupem na internet.

Energetická bilance a investiční náklady

Spotřeba elektrické energie nové osvětlovací soustavy (při době provozu 4 250 hodin za rok) je kalkulována na 0,67 MWh za rok. Standardní osvětlovací soustava (zap/vyp) by měla spotřebu energie okolo 1,26 MWh, osvětlovací soustava s nastaveným časovým harmonogramem přibližně 0,98 MWh. Dynamické řízení veřejného osvětlení se na úspoře elektrické energie podílí přibližně 31 %.

Obrázek 13 Znárodnění spotřeby energie v závislosti na dynamickém řízení



Celkové investiční náklady byly 3 850 000,-Kč s ročními provozními náklady 2 137,-Kč na světelné místo. V rámci pilotního projektu se jednalo o kompletní realizaci nové osvětlovací soustavy, včetně kabelových rozvodů, softwarového řešení a dalších komponent.

5.6. Glienicky/Nordbahn

Pro realizaci pilotního projektu dynamického řízení osvětlení byly vybrány dva různé typy komunikací. První je komunikace (Schönfließer Straße) s tranzitní dopravou z okraje Berlína s průměrnou intenzitou dopravy 9 000 vozidel denně. Druhá komunikace (Hattwichstraße) je přilehlá k této silnici a ústí z residenční čtvrti s intenzitou dopravy přibližně 4 000 vozů denně. Mimo to je intenzita dopravy v době provozu osvětlení v obou ulicích velmi odlišná. V případě Schönfließer Straße je dopravní intenzita od půlnoci do 5 hodin ráno velmi nízká, v Hattwichstraße je pak minimální provoz od 23 hodin.

Hlavním cílem projektu bylo ověřit využitelnost dynamického řízení na vytižených a středně vytižených komunikacích, na kterých se navíc nacházejí konfliktní oblasti (autobusová zastávka, škola a podobně).

Obrázek 14 Pilotní oblast, Schönfließer Straße, Hattwichstraße



Koncept dynamického osvětlení

Původní osvětlovací soustava byla tvořena 20 let starými svítidly (typ Philips SGS 203) namontovaných na stožárech výšky 6 m a osazených vysokotlakými sodíkovými výbojkami (50W na Schönfließer Straße resp. 70W na Hattwichstraße). Celkový příkon svítidel byl 62W a 83W. Tato zastaralá svítidla vyžadovala rozsáhlou údržbu a vykazovala nízkou energetickou účinnost, zejména ve srovnání s LED. Celková úroveň osvětlení byla nedostatečná s průměrnou osvětleností 4,7 lx na Schönfließer Straße a 2,5 lx na Hattwichstraße. Rovněž rovnoměrnost jasu byla s hodnotami okolo 0,15 pod normami.

Jako nová LED svítidla jsou instalována svítidla Swarco, typ Ardeo. Svítidla instalována na průjezdním úseku silnice (43 ks) mají celkový příkon 88,7 W se světelným tokem 10 500 lm. Ulice v bytové zástavbě je osazena svítidly 44,8 W (12 ks) se světelným tokem 5 100 lm.

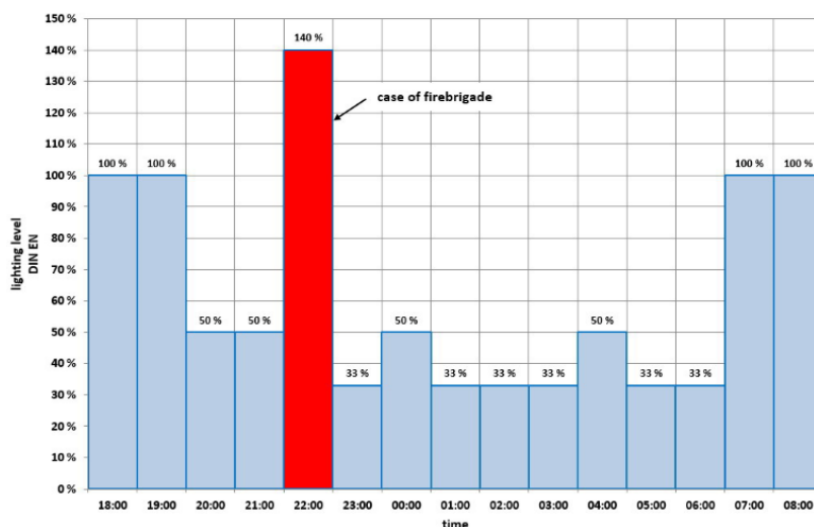
Systém dynamického řízení

Systém veřejného osvětlení je navržen tak, aby poskytoval odpovídající dynamické odezvy na vlivy vnějšího prostředí, jako je počet a typ účastníků provozu, denní doba, povětrnostní podmínky, emise CO₂ nebo výskyt nebezpečných situací. V pilotním projektu je řídicí systém implementován prostřednictvím systému telemanagementu (Volumlight, Schröder), který je součástí svítidel a umožňuje obousměrnou komunikaci mezi svítidly, senzory a centrální řídicí platformou.

Pro správné nastavení dynamického řízení veřejného osvětlení byly uvažovány zejména dva ovlivňující parametry: I) detekce počtu vozidel kamerami na základě integrační metody (Quercus SmartLoop TS) a II) detekce zvláštních situací a mimořádných událostí, tj. průjezd hasičských vozidel a časově omezený nárůst žáků v okolí gymnázia (zejména v ulici Schönfließer Straße). Odezva systému je u hasičského sboru zajištěna vnitřním nouzovým signálem přenášeným do řídicího systému. Před gymnáziem se osvědčila detekce žáka na autobusových zastávkách po obou stranách ulice pomocí kamer. V případě nouzových situací je úroveň osvětlení zvýšena na maximální úroveň 140 %.

Podle normy EN 13 201-2 může být určena třída osvětlení komunikace Schönfließer Straße (3 křižovatky, kruhový objezd, hasičský sbor a střední škola) mezi M2 a M4 s průměrnými hodnotami jasu mezi 0,75 cd/m² (50 %) a 1,5 cd/m² (100 %). V nočním čase se díky nízkému počtu vozidel vytvoří situace vhodná pro nastavení jasu na 0,5 cd/m² (33 %).

Obrázek 15 Nastavený časový harmonogram stmívání



Změny teploty chromatičnosti nebyly do projektu zahrnuty, neboť změna úrovně osvětlení a barvy světla by s sebou přinášela specifické problémy. Celá komunikace proto byla modernizována stejnými svítidly a byla stanovena adaptační strategie v závislosti na úrovni dopravy, přičemž je průměrný jas regulován v závislosti na dopravních hodnotách mezi 0,75 cd/m² a 0,5 cd/m² (M4, M5).

Přednastavený časový harmonogram úrovně světelného toku (Schönfließer Straße) je rozdělen do tří časových period. Od zapnutí osvětlovací soustavy do 20:00 je světelný tok nastaven na 100 %, poté je intenzita snížena na 50 % (od 20:00 do 23:00). Od půlnoci do 7:00 hodin ráno je světelný tok na úrovni 33 %, od 7:00 je osvětlení opět přepnuto do základního režimu 100 % instalovaného výkonu. V případě detekce uživatele dojde k plynulému přechodu na 50 % (od 23:00 do 7:00), respektive na 100 % (od 20:00 do 23:00).

V Hattwichstraße je přednastavený časový harmonogram úrovně světelného toku také rozdělen do tří časových period. Od zapnutí osvětlovací soustavy do 21:00 je světelný tok nastaven na 100 %, poté je intenzita snížena na 33 % od 21:00 do 6:00. Od 6:00 je pak osvětlení opět přepnuto do základního režimu 100 % instalovaného výkonu.

Energetická bilance

Celkový instalovaný příkon v pilotní oblasti se změnil z původních 4,31 kW na současných 4,35 kW. Měření původní osvětlovací soustavy prokázalo její nevyhovující stav v obou ulicích. Rovněž celková rovnoměrnost jasu byla s hodnotami okolo 0,15 cd/m² pod normativními hodnotami. Z důvodu zvýšení kvality a zajištění normou definovaných světelně-technických parametrů došlo u nové osvětlovací soustavy k navýšení celkového příkonu. Celková roční spotřeba elektrické energie však z důvodu zavedení dynamické regulace poklesne v průměru o 40 %.

Náklady rekonstrukce

Osvětlovací soustava je majetkem obce Glienicke / Nordbahn. Provozovatelem systému dynamického osvětlení je společnost Swarco. Celkové investiční náklady byly 1 150 000,- Kč bez úspory provozních nákladů, neboť byl napraven původní nevyhovující stav. V rámci obnovy osvětlovací soustavy se však nejednalo o kompletní obnovu světelných míst (včetně kabelových rozvodů), ale pouze o výměnu svítidel, instalaci softwarového řešení, kamerového systému a senzorů.

5.7. Güssing

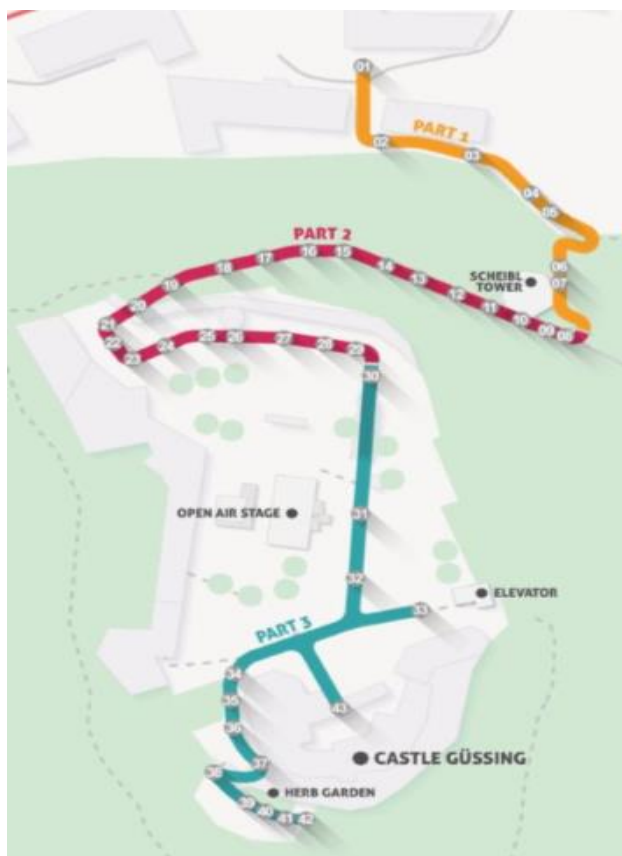
Zámek Güssing nacházející se přímo v centru města je oblíbenou turistickou destinací, kterou lze navštívit téměř po celý rok a otevírá brány návštěvníkům muzea i návštěvníkům divadelních představení a koncertů na jevišti pod širým nebem.

Cílem projektu byla obnova osvětlení na staré přístupové cestě z baziliky v centru města na vrchol hradu pomocí LED svítidel s dynamickým řízením. Z části byla stávající nevyhovující světelná místa nahrazena LED osvětlením, část světelných míst pak byla repasována (původně HPS nahrazeny LED). Obnova osvětlovací soustavy zvyšuje úroveň bezpečnosti, splňuje normy a zvyšuje atraktivitu kulturního dědictví. Použitá technologie je v souladu s požadavky památkové ochrany a ukazuje možnosti řešení pro jiná památkově chráněná místa v Evropě. Pozitivním vedlejším efektem jsou také úspory energie a snížení negativního dopadu osvětlení na životní prostředí.

Koncept dynamického osvětlení

Součástí nového konceptu dynamického osvětlení byla repase již existujících světelných míst na začátku trasy a doplnění nových LED svítidel na různých místech trasy. Celkem bylo instalováno 40 nových světelných míst a 3 patní svítidla - zčásti RGB-LED ovladatelných a vybavených radarovými systémy umožňující snadnou změnu osvětlení trasy a přizpůsobení se nasvícení hradu (podle ročního období a událostí).

Obrázek 16 Osvětlovací soustava hradu Güssing



Základní myšlenkou dynamického řízení na cestě k hradu je rozdělení do různých úseků (mezi jednotlivými vstupními branami, celkem 3 úseky), které jsou řízeny nezávisle na sobě. Řízení je zajištěno pohybovými senzory komunikující s řídicí jednotkou (umístěnou na konci trasy u hradu) přes infračervený přenos. Základní osvětlení trasy je na úrovni 40 % maximální intenzity osvětlení. Pokud je senzory detekován pohyb, osvětlení se plynule přepne na úroveň 100 %. Jakmile poslední chodec opustí rozsah detekce senzorů, osvětlení se ztlumí zpět na základní úroveň.



Součástí osvětlení je i možnost změny barvy světla (4 různé hlavní barvy) v závislosti na 4 ročních obdobích. Barva světla je pak upravena v přechodném období pomocí funkce „fade-in“ (rovnoměrný barevný gradient zajišťující plynulý přechod barvy světla). Pro potřeby speciálních akcí (každoroční kulturní akce na hradě) jsou naprogramovány individuální scénáře osvětlení. Intenzita světla, teplota barvy a barva světla se dynamicky mění v závislosti na události. Jednotlivá světelná místa jsou umístěna různorodě (na sloupech, v branách, na hradbách) tak, aby bylo dosaženo maximální rovnoměrnosti osvětlení. Na nová světelná místa byla použita technologie Zumtobel (Avenue F2 LED Thorn).

System dynamického řízení

Osvětlovací soustava je řízena systémem LITECOM CCD prostřednictvím aplikace Litecom APP, všechny světelné body jsou vybaveny příslušnými čidly, kontrolním a monitorovacím systémem. Síťové propojení komponent probíhá přes kabelové připojení a WIFI bránu.

Energetická bilance a náklady investice

Celková roční spotřeba elektrické energie před rekonstrukcí byla 15 006 kWh (měřeno od 08.12.2016 do 07.12.2017, denní průměr byl 41,68 kWh). Po rekonstrukci činná spotřeba energie 20 983 kWh (měřeno od 08.12.2017 do 07.12.2018, denní průměr byl 57,49 kWh). Roční spotřeba elektrické energie vzrostla o 5 977 kWh.

Před rekonstrukcí zajišťovalo osvětlení pouze 28 světelných míst (11x HPS 600W, 17x halogenové světlomety 500W). Po rekonstrukci 40 světelných míst (LED 120W) a 3 patní svítidla (LED 120W). Při srovnání s původními sodíkovými výbojkami a halogenovými světelnými zdroji by při stejném osvětlení byla úspora energie více než 60%. Dynamické řízení veřejného osvětlení se na úspoře elektrické energie podílí přibližně 11 %.

Celkové investiční náklady byly 1 340 000,- Kč s očekávanou průměrnou roční úsporou nákladů 12 500,- Kč. Provozní náklady osvětlovací soustavy byly před rekonstrukcí 86 000,- Kč, v prvním roce po rekonstrukci činily 68 400,- Kč. Roční úspora provozních nákladů činí přibližně 17 500,- Kč. V rámci obnovy osvětlovací soustavy se jednalo o rekonstrukci světelných míst, včetně kabelových rozvodů. Softwarové řešení a další komponenty osvětlovací infrastruktury jsou zahrnuty v ceně.