

Realizace pilotních projektů: Dynamické veřejné osvětlení v Praze

Vzdělávací program, Empower Climate, EUKI – Workshop VO
Praha, červenec 2021

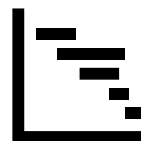
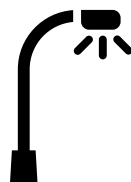
Ing. Theodor Terrich

Technologie hlavního města Prahy, a.s.
Dělnická 213/12 170 00 Praha 7 - Holešovice www.thmp.cz

Provozní režimy VO

Osnova prezentace

- ☐ Vývoj veřejného osvětlení
- ☐ Provoz veřejného osvětlení
- ☐ Stupně řízení osvětlovacích soustav
- ☐ Dynamické (adaptivní) VO
- ☐ Představení pilotních projektů
- ☐ Závěr - vyhodnocení



Vývoj veřejného osvětlení

Základní informace

Světelné zdroje:

Od 60. let rozvoj rtuťových výbojek (bílé světlo), vytlačení žárovek a zářivek z VO
Konec 80.let 20.st. - vysokotlaká sodíková výbojka (HPS) - > 75% ve VO v ČR

- Praha – podíl HPS výbojek 98%

Od 2010 rozvoj LED - postupné nahrazování „klasických“ zdrojů světelnými diodami (LED)

- podíl LED v současnosti 5%, stále dominují sodíkové výbojky (87%)
- zdokonalování parametrů světelných diod pro svítidla VO
 - měrný světelný výkon svítidla LED 130 – 150 lm/W x 80 lm/W (HPS)
 - doba života LED L90B10 = 100 000 h x 20 000 hod (HPS)

Svítidla pro VO:

- snaha minimalizovat rušivé (neužitečné) světlo
- maximalizace využití světelného toku – volba optického systému

Řízení osvětlovacích soustav:

- u LED svítidel odpadají technická omezení – přechod k autonomnímu řízení
- řízení statické (časový plán) X dynamické (reakce na podmínky okolí)
 - regulace světelně-technických parametrů v čase (intenzita osvětlení)

Provoz veřejného osvětlení

Výchozí podmínky



Účel VO

Dle dokumentu Mezinárodní komise pro osvětlování CIE 115:2010

- Zajištění zrakových podmínek z pohledu bezpečnosti (řízení motorových vozidel, pohyb chodců)
- Zajištění orientace a pocitu bezpečí (rozpoznávání obličejů osob)
- Zlepšení vzhledu veřejných prostranství během nočních hodin (jak z hlediska architekturního (kulturního), tak z hlediska dopadů na okolní prostředí)

Provoz VO v Praze

- doba provozu až 4 050 až 4 170 h/rok
- instalovaný příkon VO ca. 12 MW
- spotřeba elektrické energie VO v Praze 54 GWh/rok
- počet světelných míst (SM) v Praze > 145 796 ks
- 45% SM se nachází na obslužných komunikacích

Provoz veřejného osvětlení

Počet zařízení ve správě (související s VO)

• Zapínací místa (rozvaděče)	1 586
• Dělicí skříňe	5 006
• Svítidla veřejného osvětlení	143 133
• Svítidla slavnostního osvětlení	4 043
• Svítidla přisvětlení přechodu pro chodce	1 260
• Svítidla plynového osvětlení	663
• Veřejné hodiny	457
• Věžní hodiny	57
• průměrný příkon světelného místa VO 84 W	
• Přibližná výše investic do údržby a provozu soustavy	0,35 mld Kč
• Roční míra výpadku systému VO	< 0,25%
• → spolehlivost a bezpečnost musí být na 1. místě	

Provoz veřejného osvětlení

Stupně priorit – hodnoty

- Snaha o snížení energetické náročnosti provozu osvětlovacích soustav nesmí být na úkor bezpečnosti a spolehlivosti

Požadavky:

- Zajištění bezpečnosti na veřejných prostranstvích
- Plnění technických požadavků
- Zajištění bezporuchového stavu
- Zajištění zrakové pohody
- Vzhled a architektura



Omezení:

- Dohled a ovládání soustavy
- Technické limity
- Udržitelnost
- Finance

Provozní režimy VO

Důvody k řízení (stmívání) osvětlovacích soustav

- Dnes většina soustavy svítí konstantně celou noc bez ohledu na provoz chodců nebo intenzitu dopravy vozidel a sociální potřeby obyvatel
- Důvod: užívané světelné zdroje - výbojky mají svá technická omezení
 - závislost světelného toku na příkonu výbojek není lineární
 - regulační rozsah světelného toku je omezen stabilitou hoření oblouku
 - světelný tok klesá rychleji než příkon
(při snížení intenzity světla o 50% poklesne příkon max. o 30%)
- Světelný tok LED lze efektivně regulovat
 - lze se s nimi přiblížit vizi „svítit kam je třeba, když je třeba a kolik je třeba“
 - LED oproti výbojkám umožňují také dynamickou změnu světelného toku
(při snížení intenzity světla o 50% poklesne příkon cca. o 50%)
- Regulace (snižování) světelného toku zdrojů světla značně přispívá ke snížení energetické náročnosti osvětlovacích soustav VO a vlivu rušivého světla na okolí

Provozní režimy VO

Stupně řízení osvětlovacích soustav

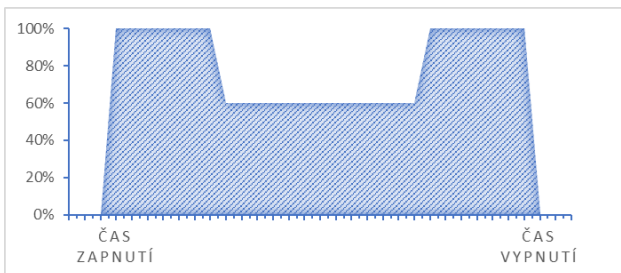
Standardní soustava – současný stav

- režim pouze ZAP/VYP
- spínání dle neastronomického kalendáře
- bez vzdáleného přístupu



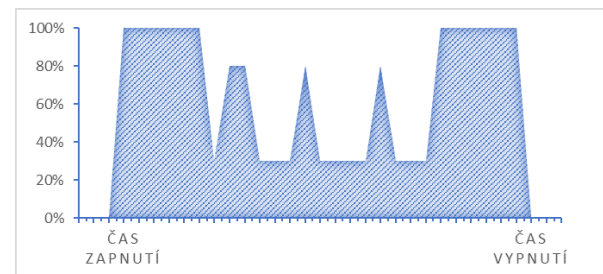
Statické řízení

- využití regulace (stmívání)
- přednastavené časové schéma
- bez vzdáleného přístupu (přizpůsobení)
- bez vazby na skutečné podmínky



Dynamické řízení

- přizpůsobení úrovně světelných parametrů v čase
- reakce na změnu podmínek okolí (provoz, a jiné vnější vlivy)
- dálkové nastavování a sledování
- bezpečnost - zajištění shodných světelně-technických parametrů všem, během doby provozu, při současném snížení energetické náročnosti
- **Ale:** vyšší nároky na zabezpečení spolehlivosti soustavy



pozn. Dynamické řízení vhodné především pro komunikace s „nárazovým“ pěším provozem.

Adaptivní (dynamické) veřejné osvětlení

Definice

- Dynamické veřejné osvětlení je vytvořené tak, aby se neustále „adaptovalo“ na aktuální potřebu a chování uživatelů při splnění legislativních požadavků a norem.
- Cílem adaptivního osvětlení je maximalizovat komfort jeho uživatelů a minimalizovat dopady rušivého světla („světelného znečištění“) při optimalizaci nákladů na spotřebovanou energii.

Dynamické veřejné osvětlení

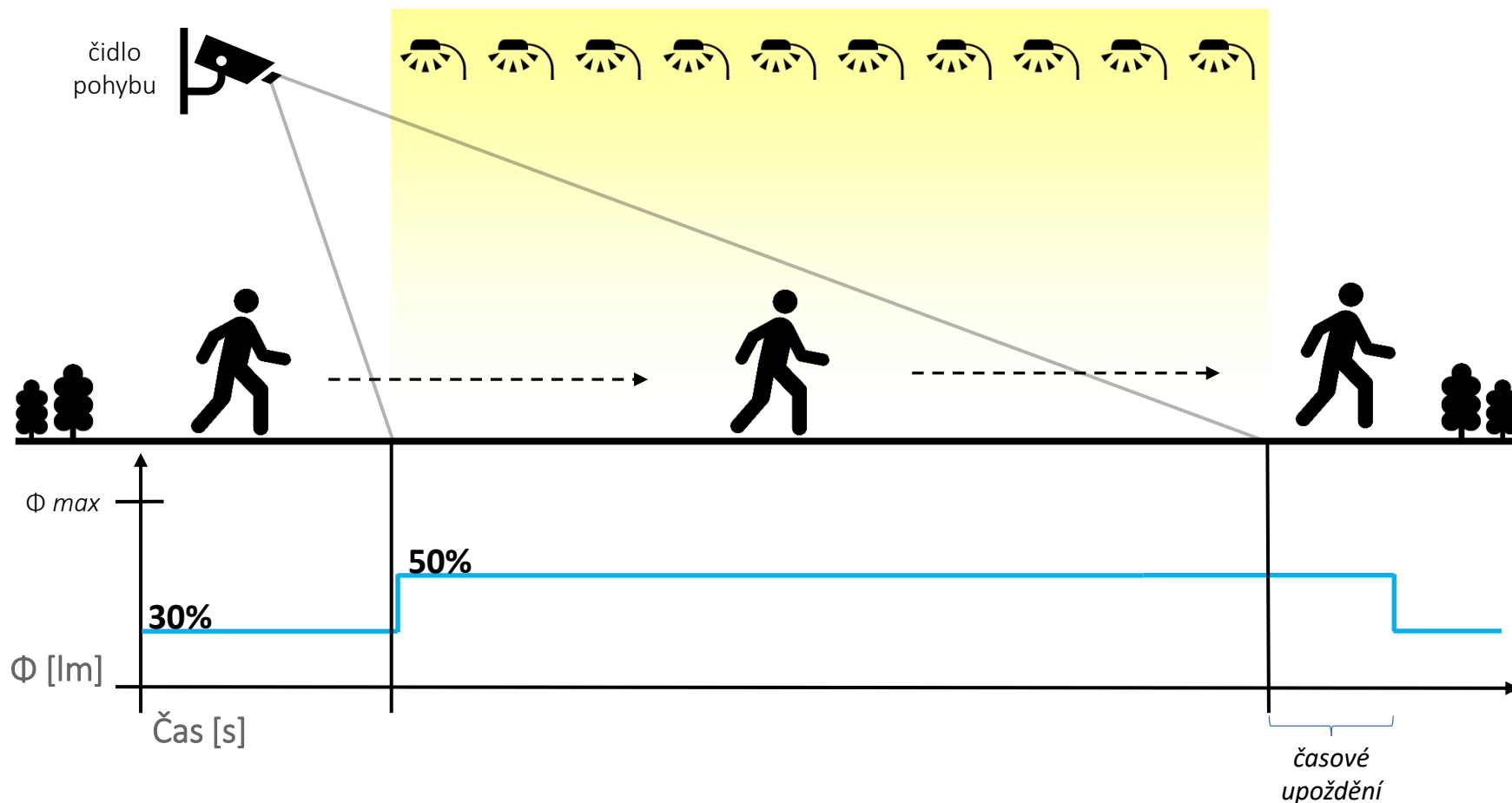
Pilotní projekty v Praze

- instalace dynamického veřejného osvětlení v městských parcích
 - s řízením osvětlovacích soustav dle pevného harmonogramu
 - V době využití adaptivních tříd osvětlení je řízení dynamické
 - Osvětlení lze dálkově přizpůsobit
 - zásah dispečera, IZS
-
- | | |
|------------------------|--------|
| • park Chotkovy sady | 26 SM |
| • park Bezručovy sady | 31 SM |
| • park Riegerovy sady | 183 SM |
| • park Ladronka | 70 SM |
| • park Jezerka | 64 SM |
| • Park Pod Fidlovačkou | 19 SM |
| • Libeňský most | 16 SM |



Dynamické veřejné osvětlení

Principiální schéma adaptivního řízení



- Obecně nové instalace: svítidla s LED 3000K, R_a 70 („standard svítidel pro Prahu“)
- Osvětlovací soustavy v parcích jsou provozovány v normální třídě osvětlení P4
 - svítidla dimenzována na plnění požadavků normální třídy osvětlení P2

Dynamické veřejné osvětlení



Provozní režimy v parcích

Běžný provozní režim

- normální třída osvětlení P4 ($\geq 5\text{lx}$)
- přibližně odpovídá cca 50% jmenovitého světelného toku svítidla

Redukovaný provozní režim

- zajistí nižší hladinu osvětlenosti, adaptivní třída osvětlení P5 ($\geq 3\text{lx}$)

Krizový režim

- zajistí zvýšenou hladinu osvětlenosti na 100% výkonu (třída osvětlení P2, $\geq 10\text{lx}$)
- případě nouze na vyžádání složek IZS. Nastavován manuálně dispečinkem THMP

Bezpečnostní režim

- je nastaven automaticky v případě selhání komunikace
- parametry jsou totožné s běžným režimem
- nedochází k změnám světelně-technických parametrů v čase

Slavnostní režim

- umožňuje provoz soustavy plánovaně změnit dle požadavků správce
- možnost jednorázově upravit čas zapnutí / vypnutí nebo upravit provozní režim

Dynamické veřejné osvětlení

Řízení a ovládání

- Komunikace svítidel v topologii „Point-to-Point“ s nadřazeným řídicím systémem
- Brána v rozvaděči ZM
- Komunikace mezi prvky v Mesh síti pomocí radiového přenosu
- Komunikace mezi ZM a dispečinkem přes GSM
- Brána (Gateway) komunikuje na bázi protokolu MODBUS, možnost lokální konfigurace
- Systém řízení a monitorování stavu osvětlení se vzdáleným přístupem přes webové rozhraní, (obousměrný datový přenos)
- Bezdrátový řídicí a komunikační modul ve svítidle pracuje s předřadníkem DALI

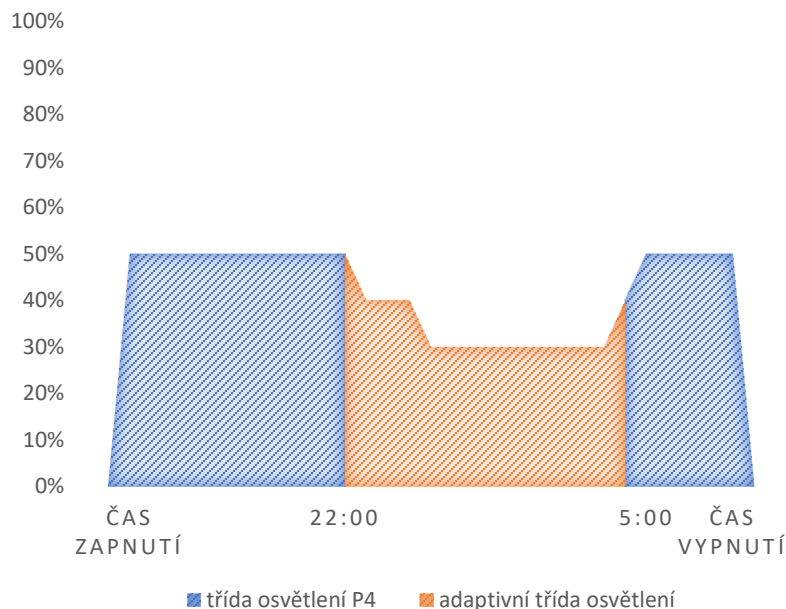


Pilotní projekty dynamické VO

Park Riegerovy sady

- soustava vybavena vzdálenou komunikací s možností dálkového zásahu
 - volba provozních režimů - dynamická změna jinak pevného harmonogramu
 - na pokyn dispečinku okamžitá změna třídy osvětlení

třída osvětlení	P4 (50%)	adaptivní (40%)	adaptivní (30%)	adaptivní (40%)	P4 (50%)
interval	od zapnutí – 22:00	22:00 – 23:00	23:00 – 4:00	4:00 – 5:00	5:00 – do vypnutí



Pilotní projekty dynamické VO

Park Ladronka

- mimo vzdálené komunikace prvků osvětlovací soustavy jsou instalovány čidla pohybu (jen 2 světelná místa) v lokalitě s vysokou, avšak nepravidelnou fluktuací chodců,
 - zajištění dynamického řízení části soustavy VO

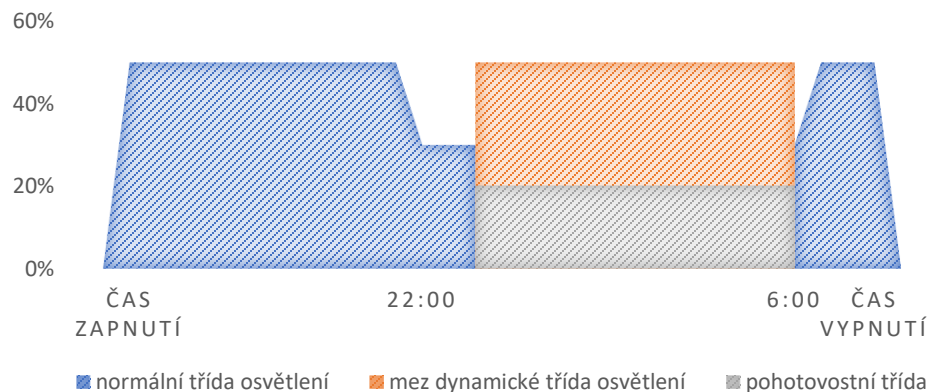


Pilotní projekty dynamické VO

Park Jezerka

- 60 z 64 světelných míst je vybaveno čidlem pohybu
- osvětlovací soustava je provozována v adaptivním režimu po určitou část denní doby
- dle harmonogramu jsou voleny adaptivní třídy osvětlení
- nakonfigurování jednotlivých členů a přiřazení pravidel akčních zásahů.

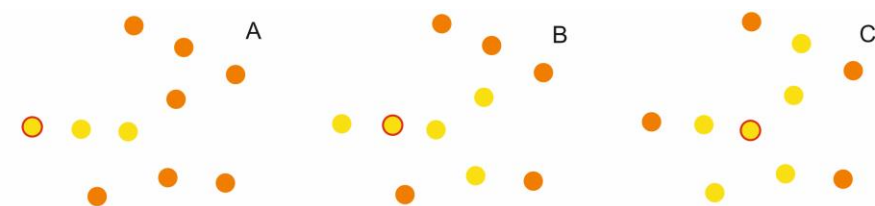
od	do	třída osvětlení		hladina osvětlení
ZAP	22:00	normální	P4	50%
22:00	23:00	adaptivní	P5	30%
23:00	4:00		P6 / P5 / P4	20% / (50%, 30%)
4:00	5:00		P5	30%
6:00	VYP	normální	P4	50%



- Dynamický režim změny hladiny osvětlení
 - mezi 23:00 a 4:00
 - bez přítomnosti osob ztlumeno na 2lx, tj. 40% vůči třídě P4
 - přítomnost uživatele -> 100%, 5lx (P4) po dobu 10 min
 - po uplynutí času zásahu postupné snižování osvětlení v ΔT 60% 10min

Pilotní projekty dynamické VO

Park Jezerka



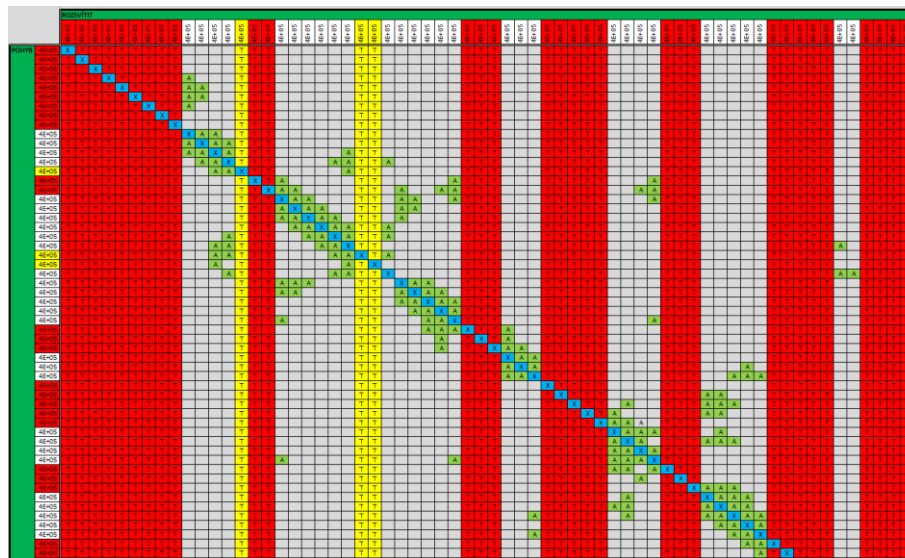
 aktivní svítidlo s detekcí pohybu  aktivní svítidlo  svítidlo v pohotovostním režimu

- dané technické řešení neumožňuje
~~detekce – sběr – odeslání –
vyhodnocení – provedení zásahu~~
- komunikace prvků „sérová“
- velký objem dat
- není časový prostor na zpracování dat v cloudu a výpočet modelu ovládní
- akční zásah je nutný ihned

- schéma řízení hladiny osvětlenosti na základě vyhodnocení přítomnosti uživatele

přání X skutečnost

nutný kompromis



Pilotní projekty dynamické VO

Park Jezerka

- náročné na technické provedení
 - vzájemná komunikace
 - objem přenášených dat
 - systém nutno „ladit“ v terénu
- cíl
 - bezpečnost
 - všichni uživatelé mají shodné zrakové podmínky
 - chodec se systému nesmí „ztratit“



Pilotní projekty dynamické VO

Park Pod Fidlovačkou

- Osvětlovací soustava je provozována v tzv. biodynamickém režimu
- svítidla vybavena světelnými diodami rozdílných teplot chromatičností
- na základě denní doby se mění jak hladina osvětlenosti, tak zároveň i barevný tón světla

od	do	třída osvětlení		hladina osvětlení
ZAP	22:00	normální	P4	50%
22:00	23:00	adaptivní	P5	40%
23:00	4:00		P5 / P4	30% /40%
4:00	5:00		P5	40%
6:00	VYP	normální	P4	50%

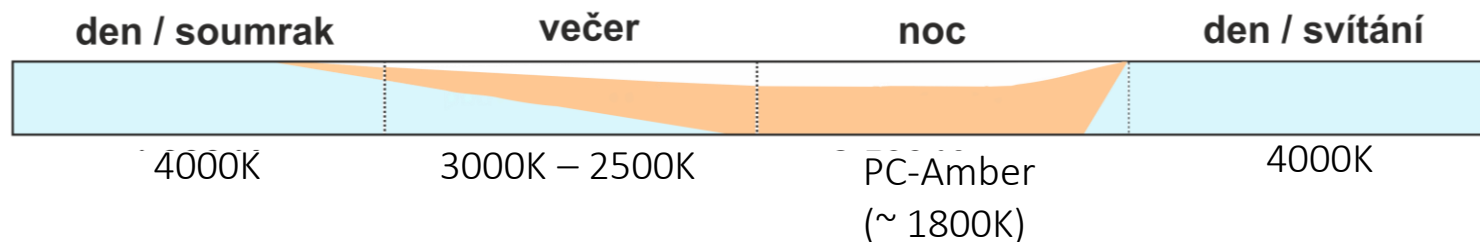
- Dynamický režim změny hladiny osvětlení
 - mezi 23:00 a 4:00
 - bez přítomnosti osob ztlumeno na 3lx, tj. 60% vůči třídě P4
 - přítomnost uživatele -> 100%, 5lx (P4) po dobu 10 min, poté snižování



Pilotní projekty dynamické VO

Park Pod Fidlovačkou

- míchání dvou barevných teplot v průběhu provozu osvětlení
 - ve svítidle 2 sady světelných diod



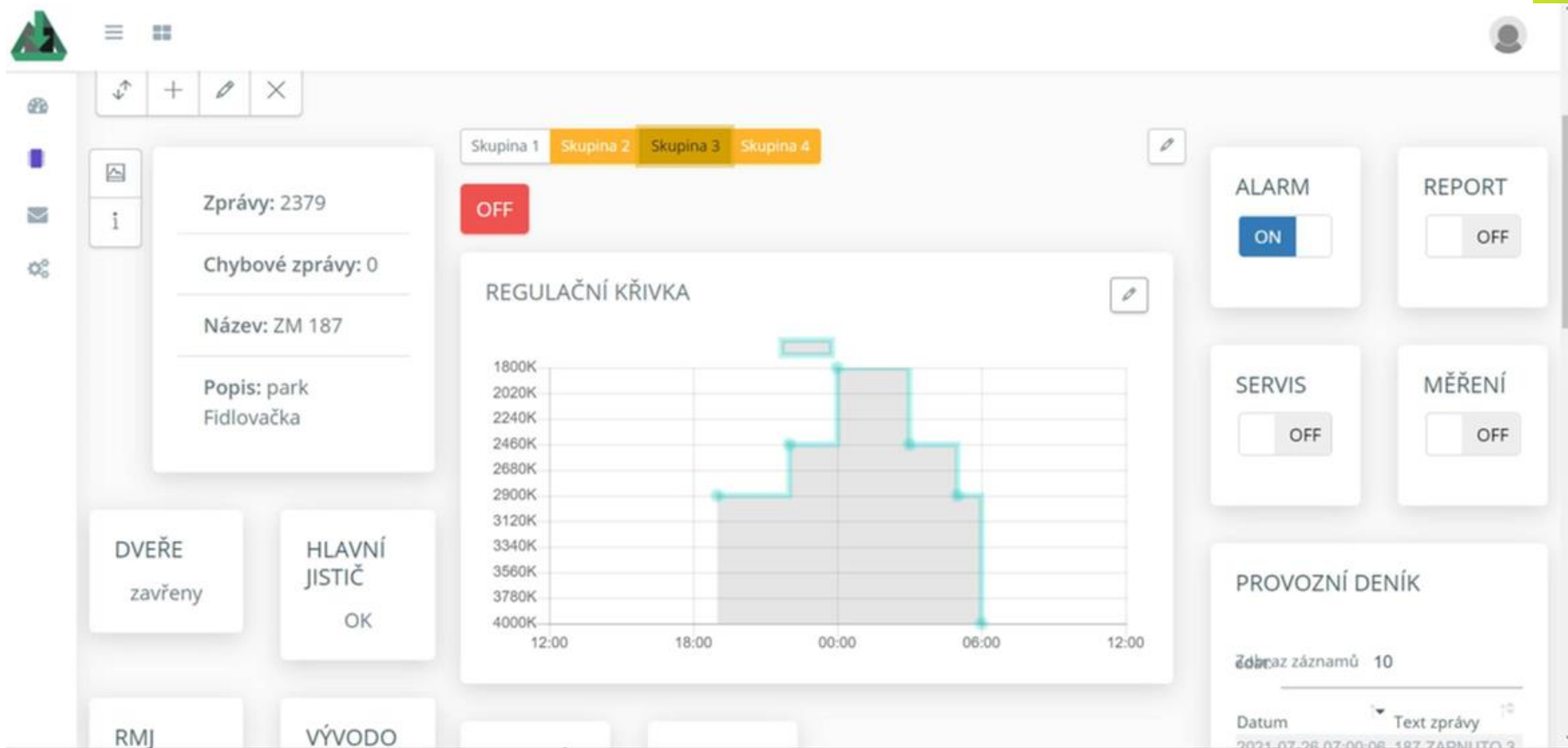
od	do	barevný tón	Tcp (K)
ZAP	19:00	neutrální bílá	4 000
19:00	22:00	teplá bílá	3 000
22:00	0:00	velmi teple bílá	2 500
0:00	4:00	PC-Amber (jantarová)	1 800
4:00	5:00	velmi teple bílá	2 500
5:00	6:00	teplá bílá	3 000
6:00	VYP	neutrální bílá	4 000



Pilotní projekty dynamické VO

Park Pod Fidlovačkou

- náhled do webového rozhraní na dynamické řízení VO



Pilotní projekty dynamické VO

Libeňský most

- adaptivní řízení osvětlení na pozemní komunikaci s využitím kamerového systému
- upravení intensity osvětlení na základě čítání projíždějících vozidel
- Dynamický režim změny hladiny osvětlení
 - mezi 0:00 a 4:00
 - bez průjezdu vozidel ztlumeno na 50%,
 - po překročení 15 vozidel v čase ΔT 15min zvýšení na 75% normální třídy osvětlení
 - návrat do pohotovostní třídy po 10 minutách, když není splněna podmínka zásahu



Pilotní projekty dynamické VO

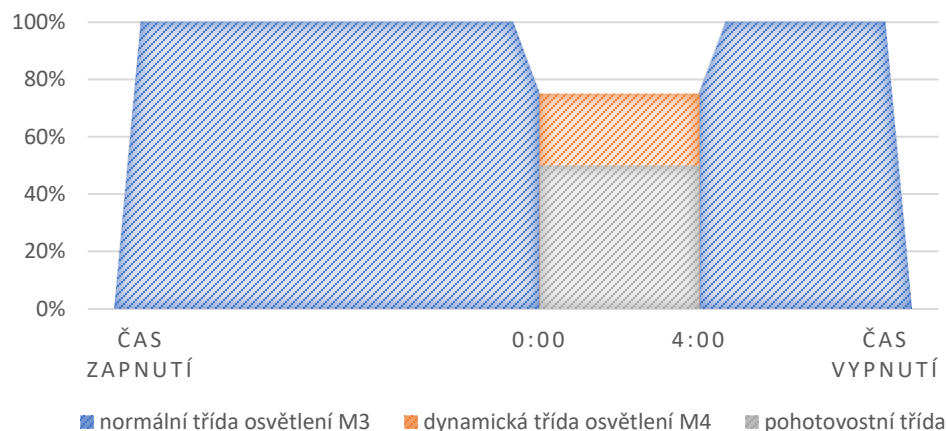
Libeňský most

- adaptivní řízení osvětlení na pozemní komunikaci s využitím kamerového systému
- upravení intensity osvětlení na základě čítání projíždějících vozidel

Časový plán:

třída osvětlení	normální M3	aktivováno DVO	normální M3
interval	od zap. – 24:00	0:00 – 4:00	4:00 – do vyp.

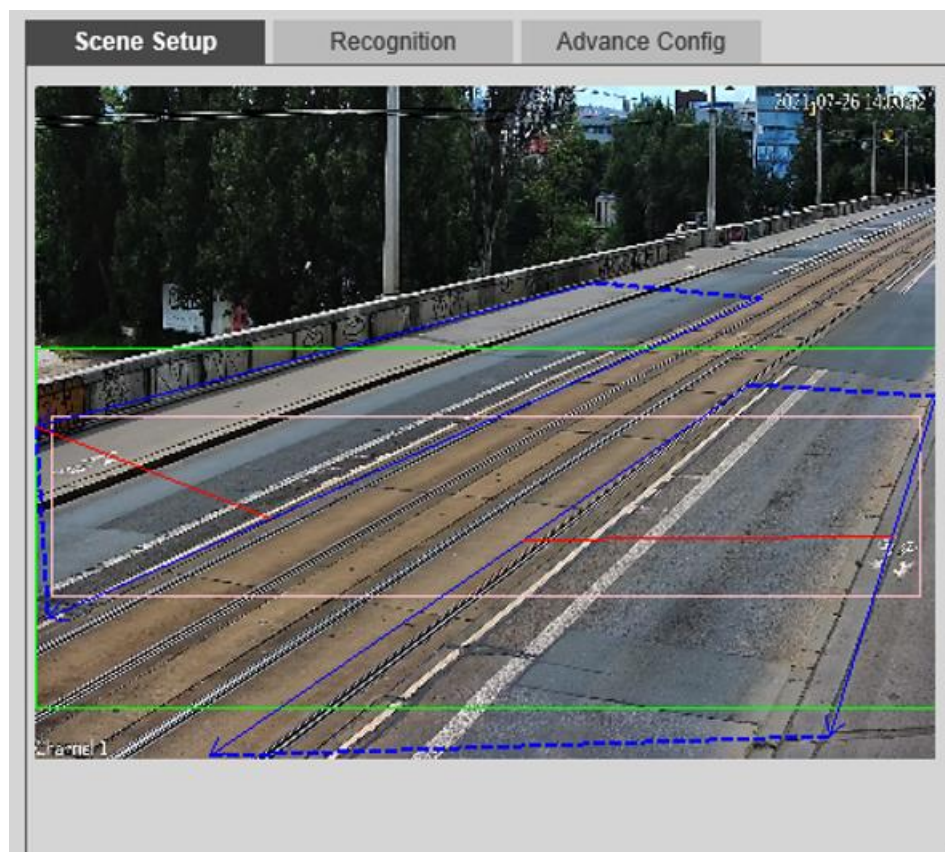
- redukce spotřeby energie za rok provozu VO až 20%
za předpokladu využití akčního zásahu DVO ve 20% času (tj. 80% času v pohotovostní třídě)



Pilotní projekty dynamické VO

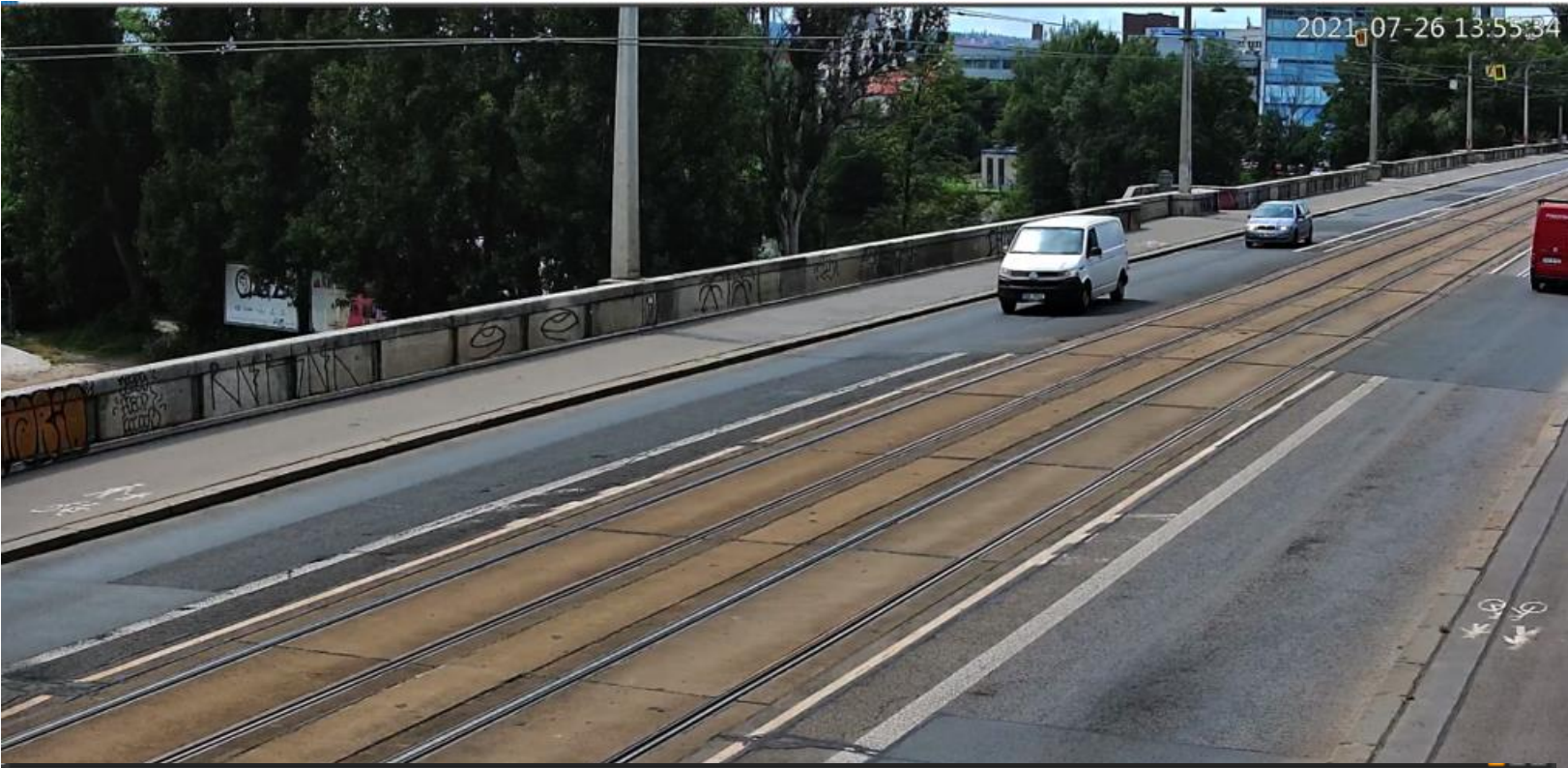
Libeňský most

- adaptivní řízení osvětlení na pozemní komunikaci s využitím kamerového systému
- upravení intensity osvětlení na základě čítání projíždějících vozidel



Pilotní projekty dynamické VO

Libeňský most



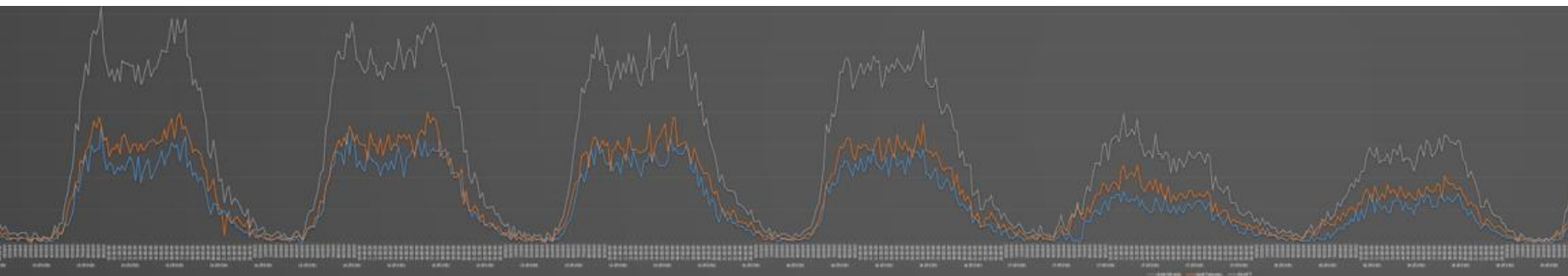
Index	Event Type	Capture Time	Lane	Plate	Vehicle Color	Speed(km/h)	Vehicle Type	Vehicle Type
5	ANPR	2021-07-26 13:56:33	2	3A037987	White	No Speed	MiniBuss	Car
4	ANPR	2021-07-26 13:56:33	1	44L18103	White	No Speed	Skoda	Car
3	ANPR	2021-07-26 13:56:29	2	20848768	White	No Speed	BMW	Car
2	ANPR	2021-07-26 13:56:17	1	6C568548	Silver	No Speed	Mini	Car
1	ANPR	2021-07-26 13:56:15	1	4A055588	Blue	No Speed	Benz	Car

- Kamerový systém slouží pouze pro sběr a vyhodnocování statistických dat pro provoz VO
- kamerový systém není určen k měření rychlosti vozidel

Pilotní projekty dynamické VO

Libeňský most

- Vyhodnocení dat nasbíraných kamerovým systémem pro řízení VO
- průměrný průjezd vozidel v jednom směru na 15min v době od 20:00 do 6:00 je 26
 - výrazný útlum intenzity dopravy oproti špičkovým hodnotám (kolem 230voz./15min)



- aplikace adaptivního řízení se změnou světelně-technických parametru komunikaci přináší snížení provozních výdajů
- vybraný úsek komunikace pro řízení je nenáročný a logiku systému
- nevýhodou je zpožděná reakce na nastalé skutečnosti na vozovce (integrační konstanta 15min)
- testování a vyhodnocování projektu stále probíhá

Vyhodnocení projektů dynamického řízení VO

- došlo k výraznému zlepšení kvantitativních parametrů osvětlovacích soustav
 - zvýšila se v průběhu rušných nočních hodin průměrná hladina osvětlenosti
 - současně během klidové fáze noci dochází k její samočinné regulaci, aniž by byla narušena či ohrožena bezpečnost uživatelů veřejných prostranství
- došlo ke zlepšení kvantitativních parametrů osvětlení
- podařilo se docílit snížení instalovaného příkonu všech osvětlovacích soustav
- díky řízení hladiny osvětlení v čase došlo k snížení jeho vlivů na okolí
- u biodynamického řízení je oranžový barevný tón světla vnímán lidmi negativně, hůře než u sodíkového osvětlení

lokality	počet svítidel	instalovaný příkon		snížení příkonu
	kusy	stávající (P2) LED	původní (P4) SHC	ΔP_n
Fidlovačka	19	0,8	1,2	33%
Ladronka	70	2,5	4,4	43%
Jezerka	64	3,6	4,0	11%
Riegerovy sady	183	4,6	11,5	60%

Ing. Theodor Terrich

theodor.terrigh@thmp.cz

Děkuji za pozornost