Adaptív útvilágítás

Óbudai Egyetem
KVK MTI

Balázs László
Csamangó Róbert
Majoros Márk
Molnár Zsolt

ORing Industrial Networking Corp.

Kondratowicz, Jacek

Tungsram Operations Kft

Lefanti Gábor

ELKH Energiatudományi Kutatóközpont

Tunyogi Erika

Adaptív útvilágítás módszerek

Cél: energiamegtakarítás

A forgalomhoz azonnal alkalmazkodó világítás

TVILIGHT

Assen, Netherlands
© 2013 Tvilight B.V.

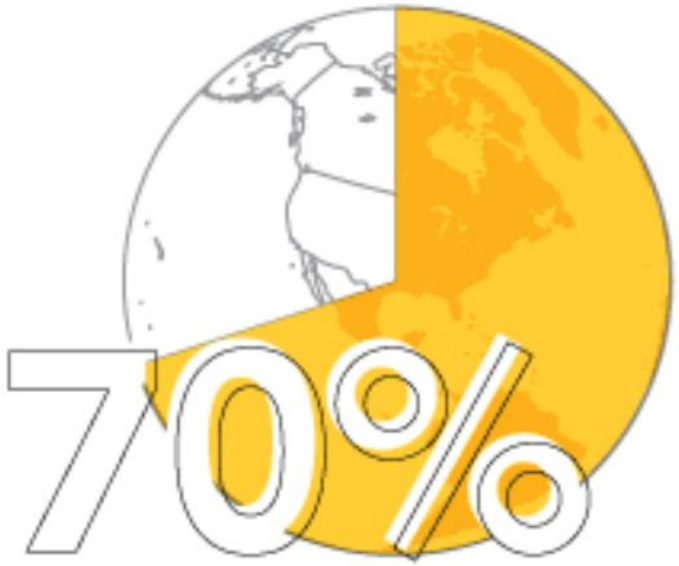
A forgalom sűrűségéhez alkalmazkodó világítás

Vázlat

- Miért van szükségünk adaptív világításra?
- Mennyi energia takarítható meg?
- Pilot projekt: forgalomintenzitás alapján szabályozott útvilágítás

A városok jelentősége

A világ energiaenergiatermelésének 70%-át városok használják fel



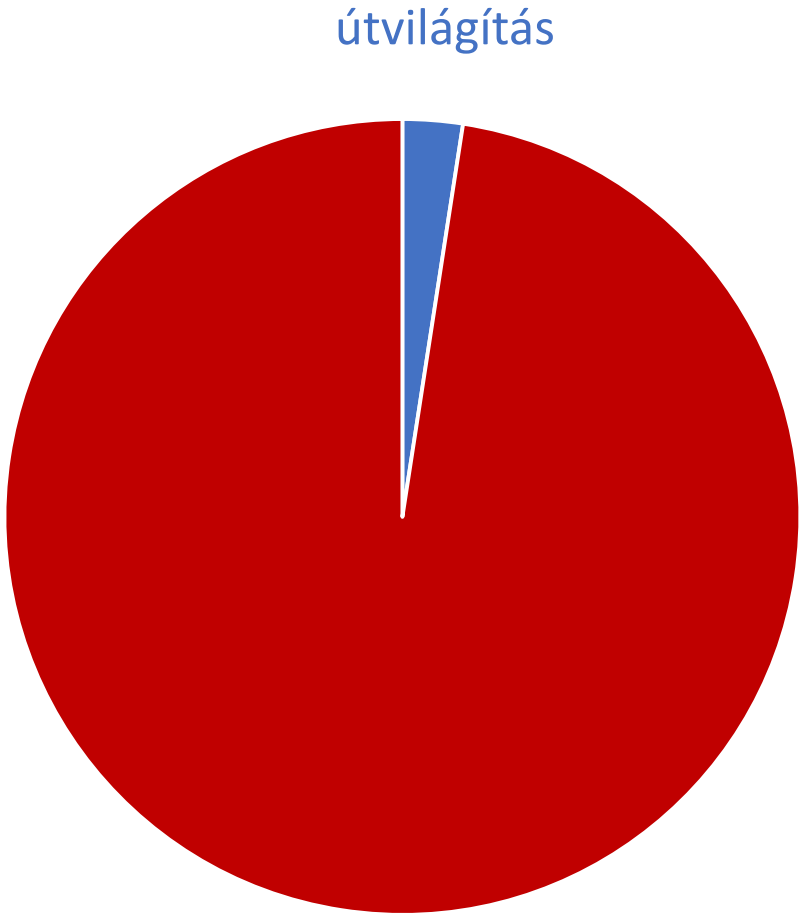
A közvilágítás elérheti az önkormányzatok villamosenergia-költségének 65%-át

Forrás: https://www.energy.gov/eere/understanding-energy-use-cities-infographic

Útvilágítás

320 millió közvilágítási oszlop világszerte
600 TWh éves fogyasztás (~Németország fogyasztása)
2,5%-a globális villamosenergia-fogyasztásának

https://www.statista.com/statistics/267081/electricity-consumption-in-selected-countries-worldwide/



globális villamosenergia-fogyasztás: 24 000 TWh

esztétika
közbiztonság
közlekedésbiztonság
zavaró fény
CO_2 kibocsátás
energiafogyasztás

Energiatermelés és közvilágítás

VILÁGÍTS OKOSAN!

1960 1980 2000 2020 2040

VILÁGÍTS!

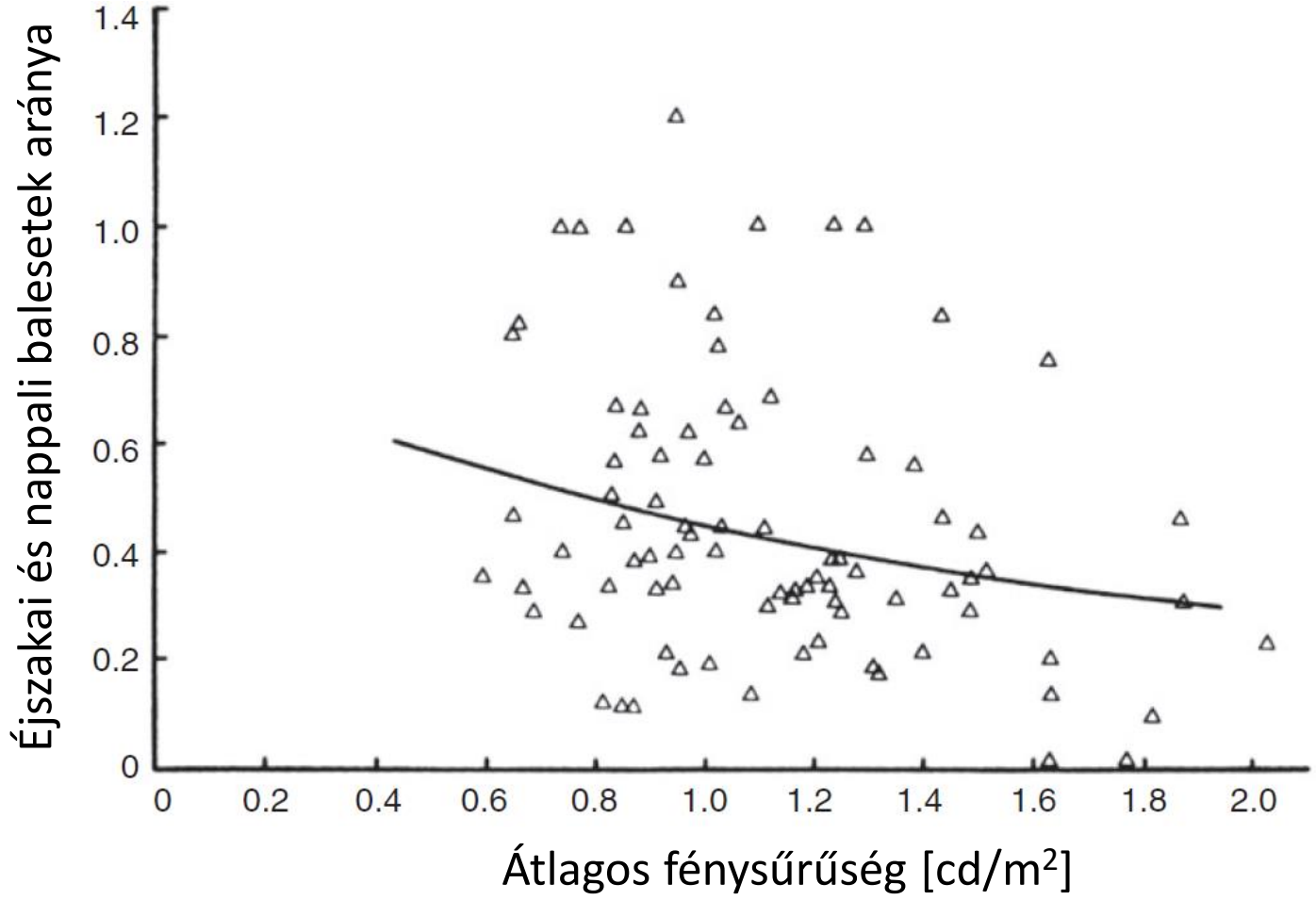
alaperőművek
olcsó villamosenergia
éjszakai energiafölösleg

megújuló energiaforrások
időben és térben elosztott termelés
energiatárolók
zéró CO_2 emisszió

Közlekedésbiztonság és világítás

Éjszakai és nappali balesetek aránya

Egyesült Királyság, 1979, száraz út

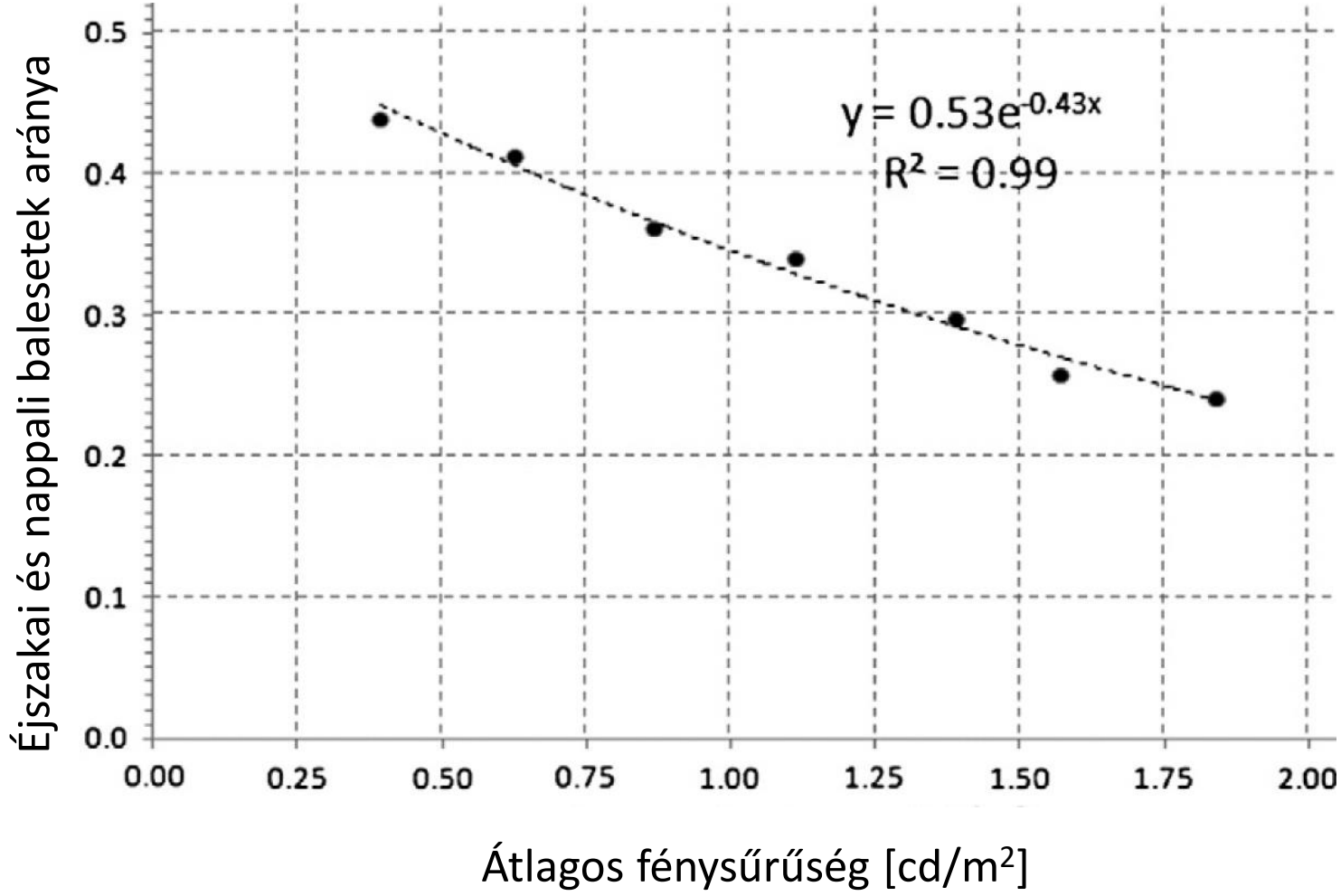


- egy pont - egy útszakasz
- nagy szórás
- a megvilágítás csak egy a sok tényező közül
- a fénysűrűség növelése csökkenti az éjszakai baleset valószínűségét

Hargroves RA, Scott PP. Measurements of road lighting and accidents – the results. Public Lighting 1979; 44: 213–221.

Éjszakai és nappali balesetek aránya

Új-Zéland, 2006-2010, 7944 baleset



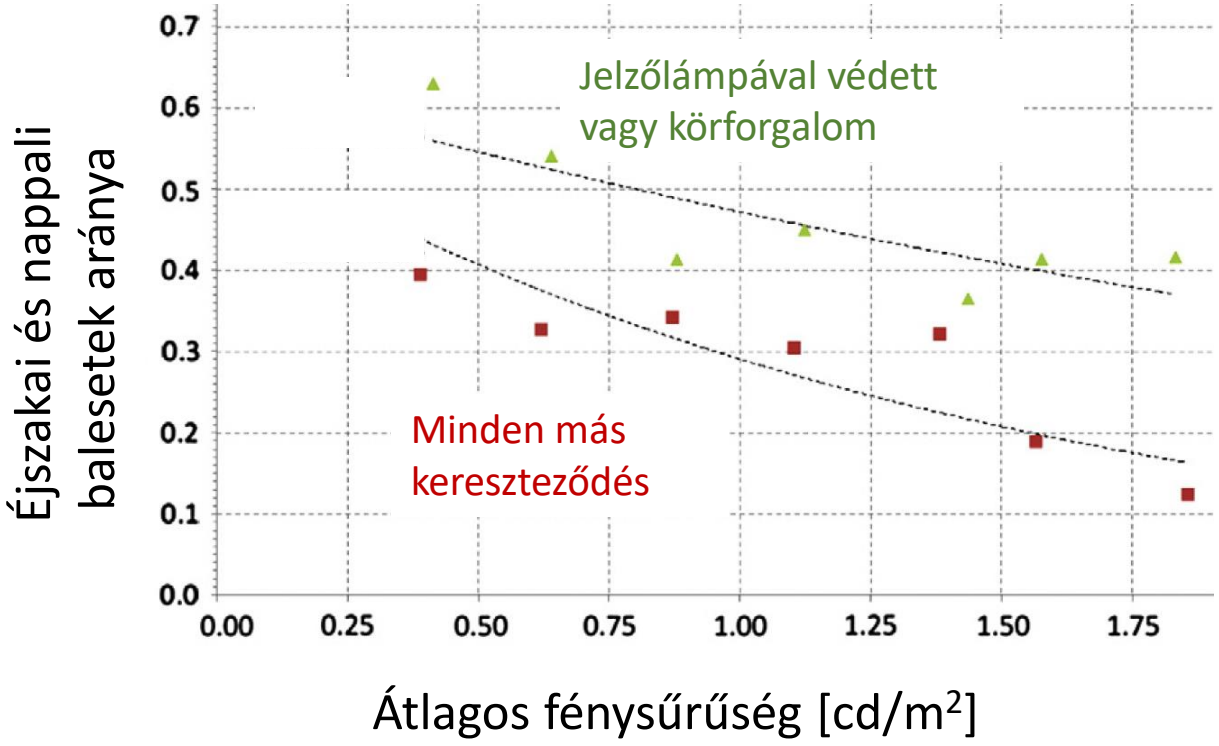
Fénysűrűség-osztályonként átlagolt értékek

Michael Jackett a, William Frith, Quantifying the impact of road lighting on road safety — A New Zealand Study IATSS Research 36 (2013) 139–145

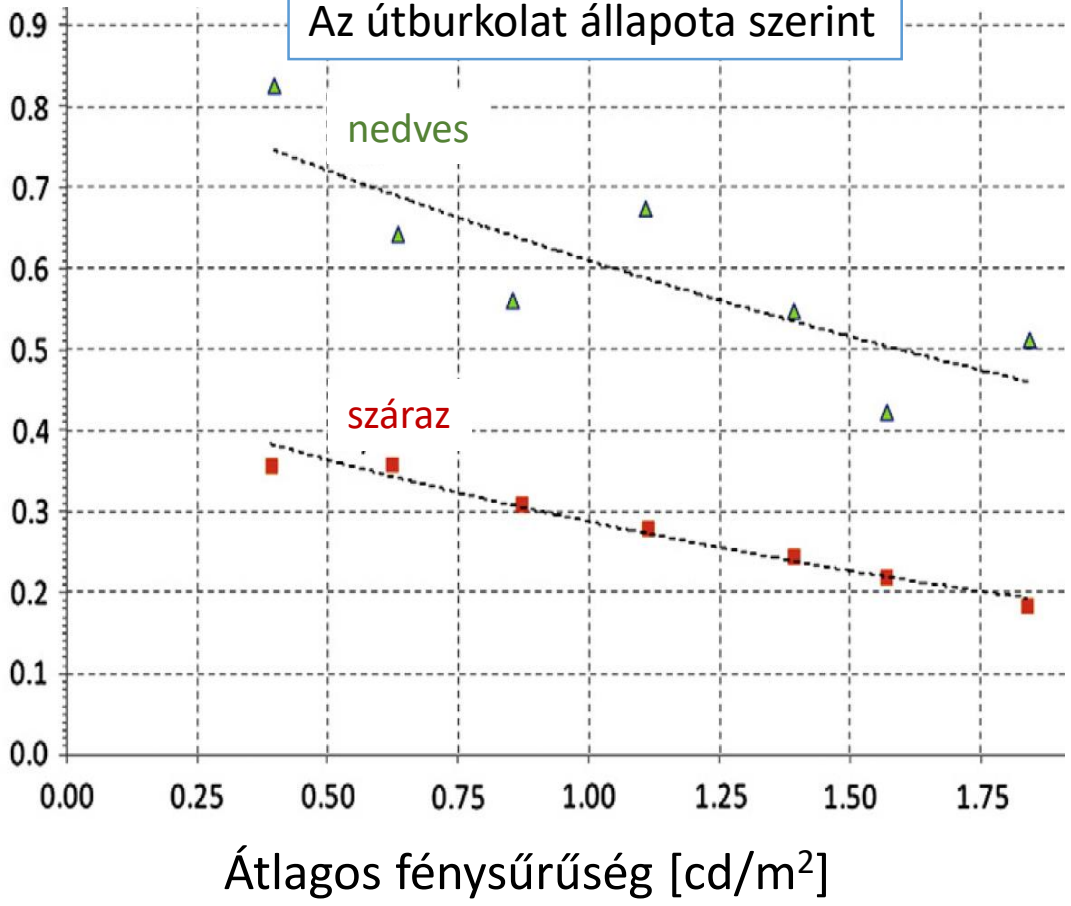
Éjszakai és nappali balesetek aránya

Új-Zéland, 2006-2010, 7944 baleset

Kereszteződés típusa szerint



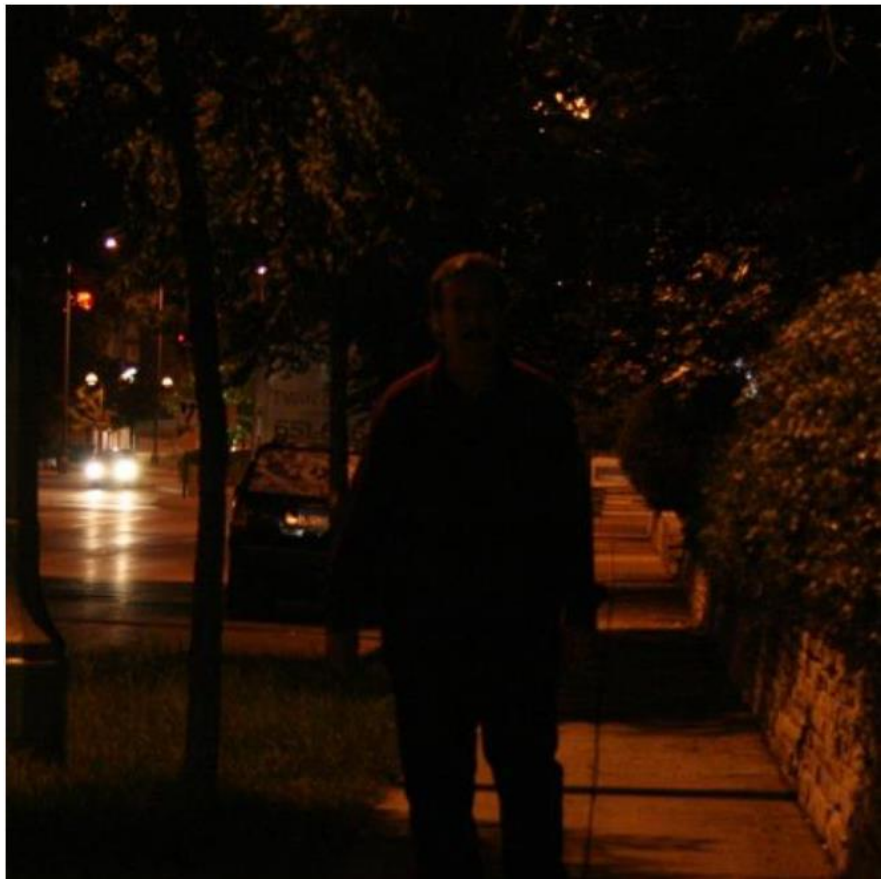
Az útburkolat állapota szerint

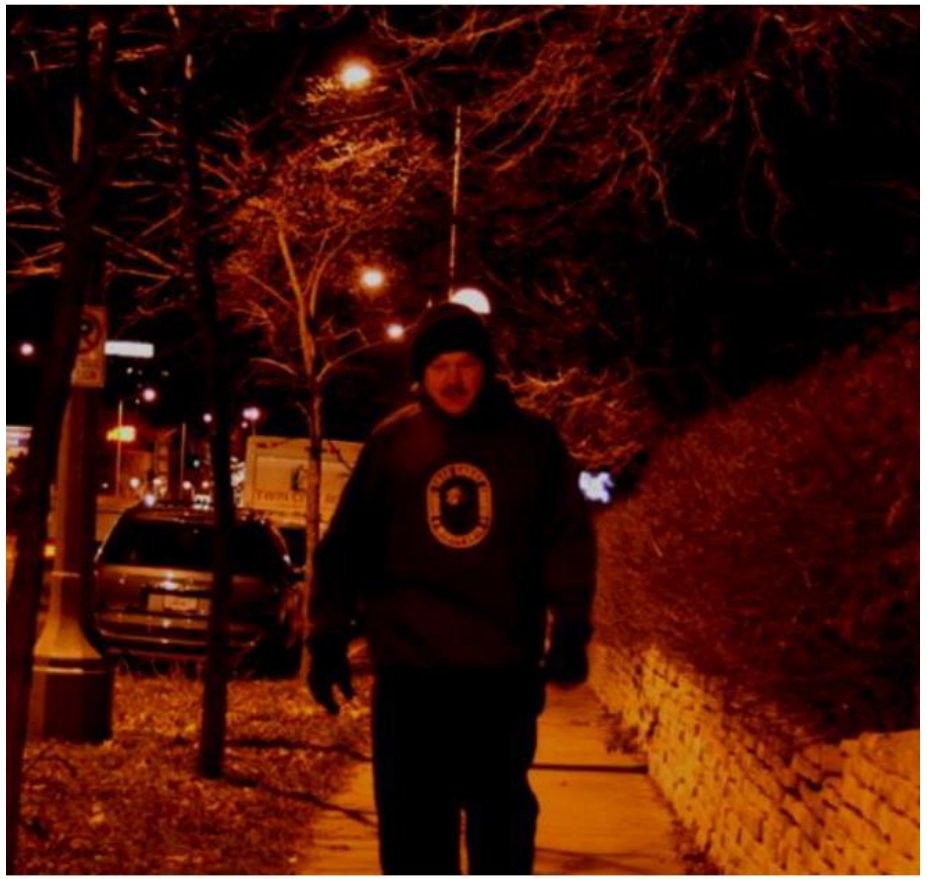


Michael Jackett a, William Frith, Quantifying the impact of road lighting on road safety — A New Zealand Study, IATSS Research 36 (2013) 139–145

Biztonság és biztonságérzet

Horizontális és vertikális megvilágítás





Guidelines for the Implementation of Reduced Lighting on Roadways
Virginia Tech Transportation Institute 2014

Útkategóriák és világítási osztályok, EN 13201

Osztálybesorolástól függ a világítási előírás

Gépjárműforgalom (M)

1. táblázat: M világítási osztályok

Osztály	Az úttest burkolatának fénysűrűsége száraz és nedves útburkolat esetén				Rontó káprázás	Környezeti világítás
	Száraz útviszonyok			Nedves útviszonyok	Száraz útvi-szonyok	Száraz útviszonyok
	$\bar{L}$ [legkisebb karbantar-tási érték] cd/m²	U_0 [legalább]	U_l [a] [legalább]	U_{ow} [b] [legalább]	f_{TI} [c] [legfeljebb] %	R_{EI} [d] [legalább]
M1	2,00	0,40	0,70	0,15	10	0,35
M2	1,50	0,40	0,70	0,15	10	0,35
M3	1,00	0,40	0,60	0,15	15	0,30
M4	0,75	0,40	0,60	0,15	15	0,30
M5	0,50	0,35	0,40	0,15	15	0,30
M6	0,30	0,35	0,40	0,15	20	0,30

Gyalogosforgalmat is tartalmazó útszakasz (P)

3. táblázat: P világítás

Osztály	Horizontális megvilágítás	
	$\bar{E}$ [a] [legkisebb karbantartási érték] lx	E_{min} [karbantartási érték] lx
P1	15,0	3,00
P2	10,0	2,00
P3	7,50	1,50
P4	5,00	1,00
P5	3,00	0,60
P6	2,00	0,40
P7	Nincs előírás	Nincs előírás

Gépjárműforgalom (M), 100% → 15%

Időben változó tervezési paraméterek

Szempont	VW_max	VW_min	Megjegyzés
Tervezési sebesség vagy sebességhatár (-2; -1; 1; 2);	-1	-1	sebességhatár állandó
Forgalomnagyság (-1; 0; 1);	1	-1	45%-ról 15% alá esik
Forgalomösszetétel (0; 1; 2);	2	0	vegyesről csak gépjármű
Úttestelválasztás (0; 1);	1	1	nem változik
Csomópontsűrűség (0; 1);	0	0	nem változik
Parkoló járművek (0; 1);	1	1	nem változik
Környezeti fénysűrűség (-1; 0; 1)	1	-1	a környezeti fénysűrűség csökken
Navigációs feladat (0; 1; 2).	1	1	nem változik
VWS	6	0	
6-VWS	0	6	
Világítási osztály	M1	M6	
Minimális fénysűrűség, Lmin [cd/m^2]	2	0.3	
	100%	15%	

Gyalogosforgalmat is tartalmazó útszakasz (P) 100% → 13%

Időben változó tervezési paraméterek

Szempont	VW_max	VW_min	Megjegyzés
Haladási sebesség (0; 1);	1	1	max 40 km/h
Használati intenzitás (-1; 0; 1);	1	-1	forgalmas / békés
Forgalomösszetétel (0; 0; 1; 1; 2);	2	0	vegyesről csak gépjármű
Parkoló járművek (0; 1);	1	1	van parkoló jármű
Környezeti fénysűrűség (-1; 0; 1)	1	-1	Kirakatok kivilágítása visszaszabályoz
VWS	6	0	
6-VWS	0	6	
Világítási osztály	P1	P6	
Minimális megvilágítás [lux]	15	2	akár P1-ről P6-ra csökkenhet a megvilágítás igény
	100%	13%	

Pilot projekt

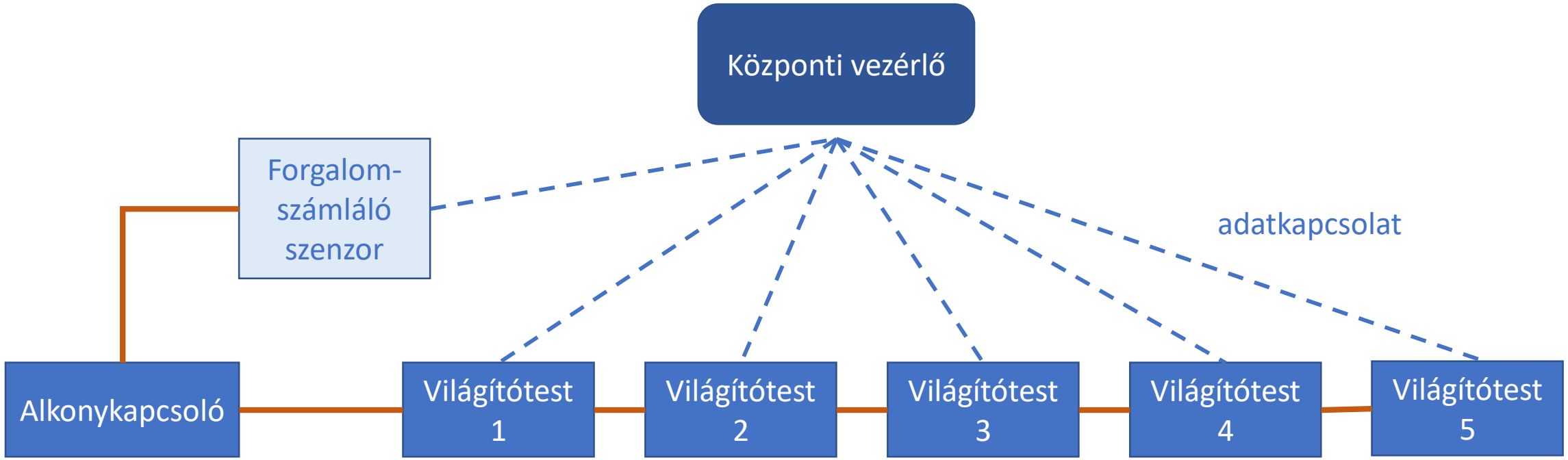
Pilot projekt helyszín

KFKI sporttelep
Szervíz út

Oszloptávolság: 18.6 m
Oszlop magasság: 3 m
Oszlop - út távolság: 1 m
Útszélesség: 6.1 m

Jelenlegi világítás: CFL
Új világítás LED

Adaptív világítás elvi felépítése



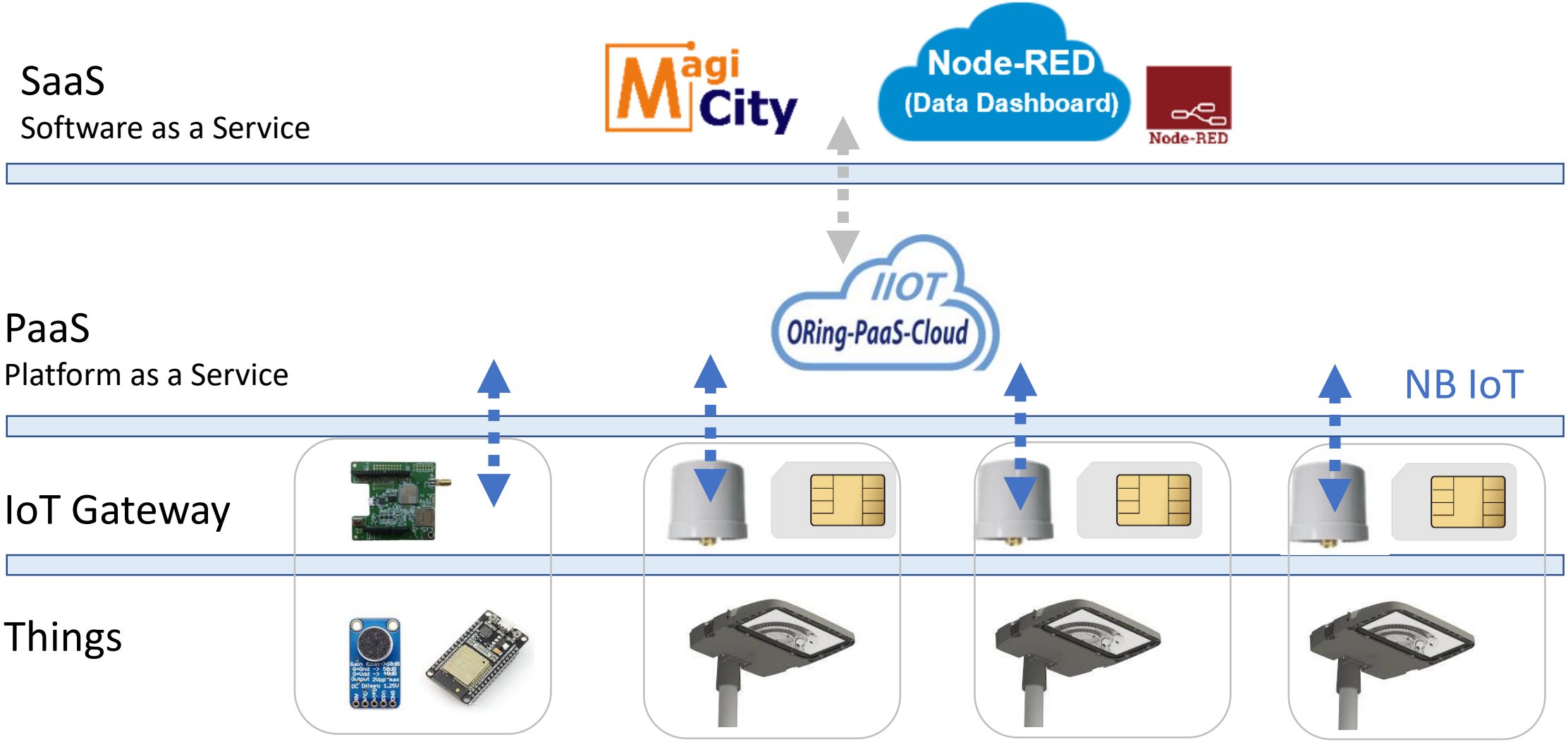
Gyalogosforgalmat is tartalmazó útszakasz (P)

Csak a forgalomintenzitás változásra szabályozunk

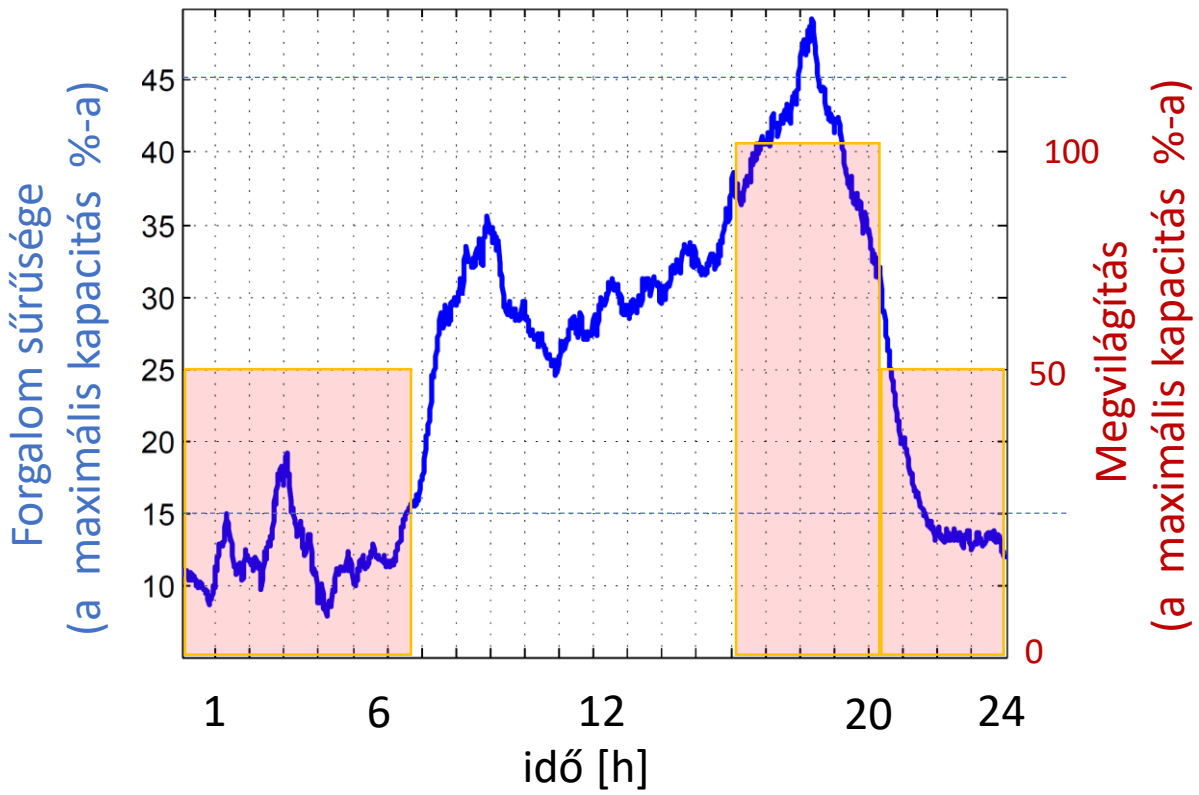
P2 (100%) → P4 (50%)

Szempont	VW_max	VW_min	Megjegyzés
Haladási sebesség (0; 1);	1	1	max 40 km/h
Használati intenzitás (-1; 0; 1);	1	-1	forgalmas / békés
Forgalomösszetétel (0; 0; 1; 1; 2);	1	1	nem változik
Parkoló járművek (0; 1);	1	1	van parkoló jármű
Környezeti fénysűrűség (-1; 0; 1)	0	0	Kirakatok kivilágítása nem változik
VWS	4	2	
6-VWS	2	4	
Világítási osztály	P2	P4	
Minimális megvilágítás [lux]	10	5	
	100%	50%	

Rendszerarchitektúra

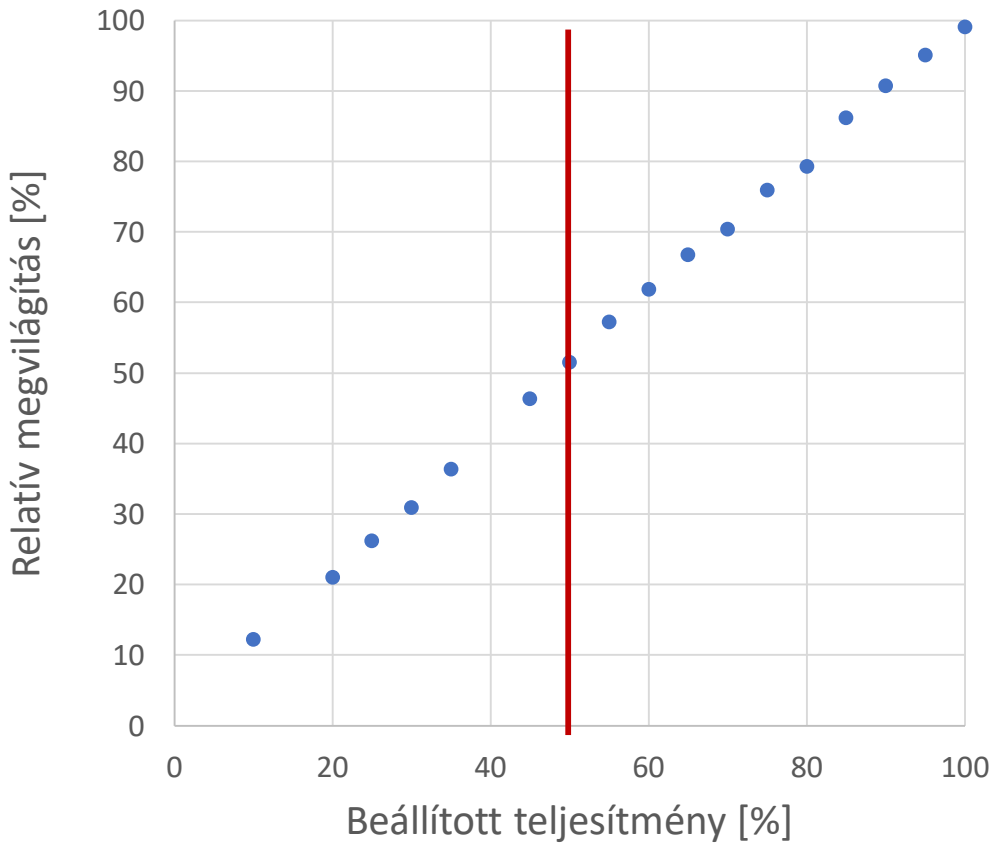


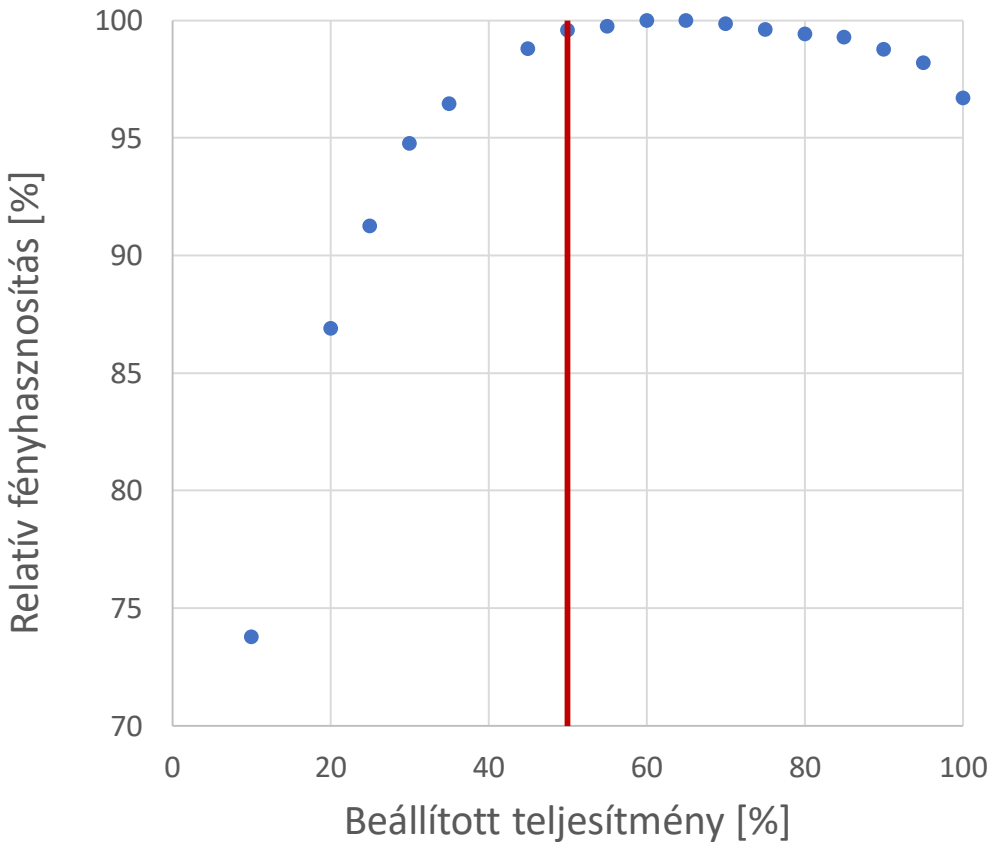
Világításszabályozás a forgalom sűrűsége alapján



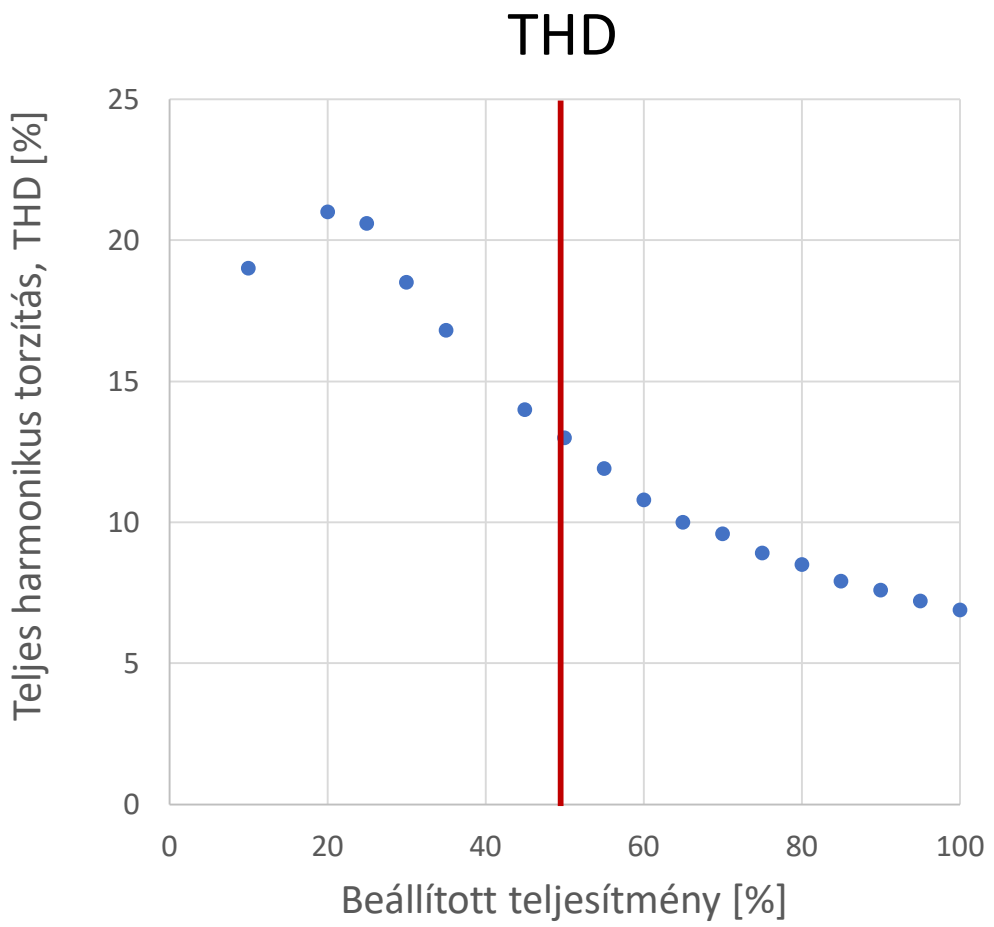
Az ábra forrása: Barbagli *et al.*, A Traffic Monitoring and Queue Detection System Based on an Acoustic Sensor Network, *International Journal on Advances in Networks and Services, vol 4 no 1 & 2, year 2011*

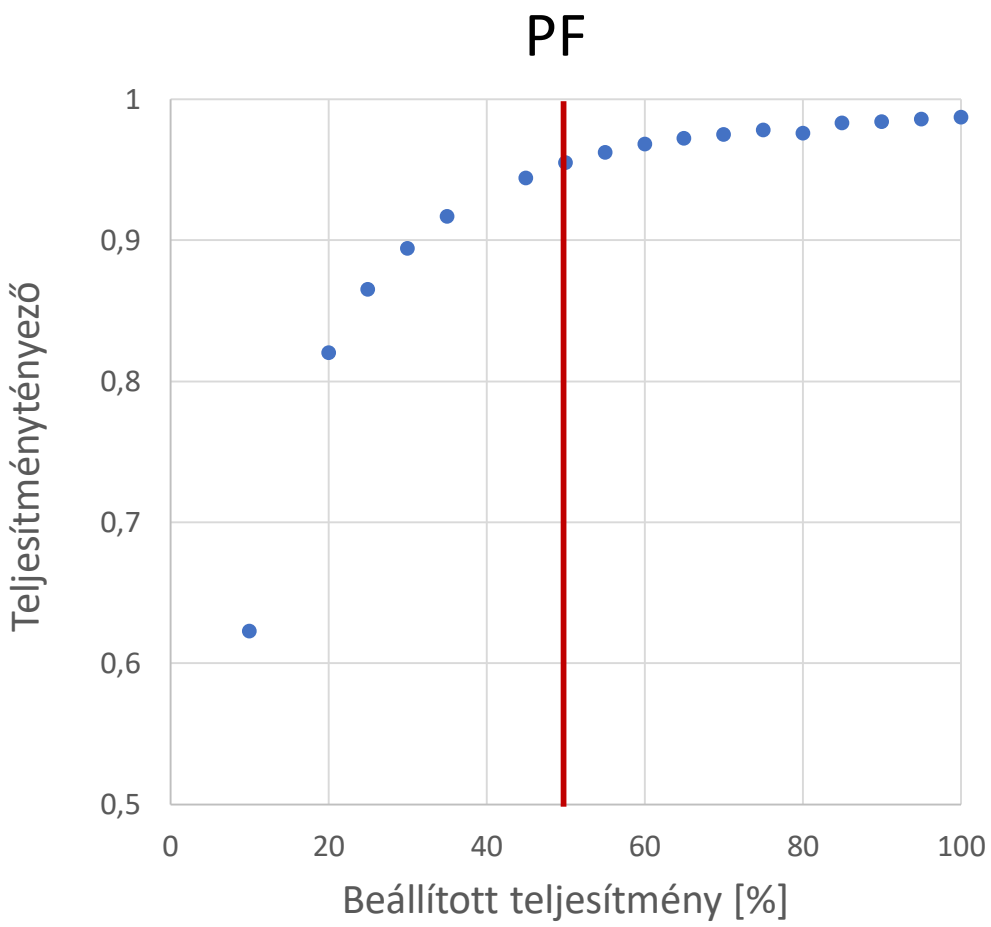
Megvilágítás és fényhasznosítás teljesítményfüggése





Hálózati jellemzők teljesítményfüggése





A projekt célja

Kutatás

- Living Lab
- szenzorhálózatok
- szabályozási algoritmusok tesztelése valós körülmények között

Oktatás

- Szakkollégium, önképzőkör
- Beágyazott rendszerek oktatása
- IoT oktatás gyakorlati példákon keresztül

Óbudai Egyetem
KVK MTI

ORing Industrial Networking Corp.

Tungsram Operations Kft

ELKH Energiatudományi Kutatóközpont

Köszönöm a figyelmet!