

Kontaktperson
Per-Ove Lennartsson

Rapport för projekt inom Tema belysning, Uthållig kommun.

Belysning av GC-väg i Ljungsbro



Sammanfattning

Inom projektet "Uthållig kommun" har vi tillsammans med Linköpings kommun genomfört två testanläggningar för LED-ljuskällor i kombination med ny teknik i syftet att spara energi. Dessa provanläggningar har visat på möjligheter att anpassa belysningen till platsens förutsättningar vid olika tidpunkter och förhållanden och därigenom komma närmare en optimering av driften med avseende på belysningskvalitet och ekonomi.

Möjligheten till energibesparing är betydande men samtidigt blir investeringen, än så länge, avsevärt högre när man väljer LED-armaturer jämfört med armaturer för urladdningslampor som högtrycksnatrium eller metallhalogen.



Inledning

Linköpings kommun är delaktiga i projektet "Uthållig kommun" som Energimyndigheten driver. Man har delat in de deltagande kommunerna i olika kluster och Linköping ingår i klustret Storstad. När det gäller kommunens offentliga gatubelysning så ligger ägandet och ansvaret för drift och underhåll hos Utsikt Nät AB, som är ett bolag inom kommunens bolag Tekniska Verken AB (publ). Kommunen har som inriktning att cykelandelen skall öka, med målsättning att stå för minst 40 procent av resandet inom en tjugofårsperiod. Idag görs ca 27 procent av alla resor i Linköping med cykel.

Ett konkret mål är att alla viktiga gång- och cykelvägar i Linköping skall vara belysta 2015. Det avser huvudcykelstråk och skolvägar m.m.

Omfattning

2009 beslutade Linköpings kommun att bygga en 2,5 km lång cykelväg på landsbygden utanför Ljungsbro, som ligger nordväst om Linköping. Cykelvägen skulle vara belyst. Den sträcker sig från Vreta Kloster kyrka till Järngården som är ett Naturbruksgymnasium med ca 600 studerande och personal. Eftersom cykelvägen ligger i ett helt öppet landskap så hade kommunen önskemål om att belysningen skulle vara energisnål och att den inte skulle lysa med full effekt hela nätterna (Avsteg från VGU tillåtet).

Vi hade hört om ett företag som kombinerade rörelsedetektering med att styra vägbelysning. Systemet bygger på att detektera frånvaro, med hjälp av radar eller PIR-sensorer, och då dimma ned armaturens effekt, när behovet av maximal ljusnivå saknas. När någon form av närvaro detekteras, tänds valfritt antal armaturer upp via radiosignaler. Detta verkade mycket intressant och vi fick uppdraget att jobba vidare mot detta mål.

Projektet – idé

Linköping har devisen – "Där idéer blir verklighet!" och vi ville förverkliga idén om att bygga LED-belysning utefter en cykelväg och styra den med något intelligent system för att spara energi. Projektet kom att bestå av två delar då vi i del 1 ville prova ny teknik i mindre skala i en befintlig anläggning och i del 2 bygga in vald lösning i den nya anläggningen vid gc-vägen i Ljungsbro.

Delprojekten benämns;

- Del 1 – Snipvägen i Berg
- Del 2 – Ny gång/cykel-väg i Ljungsbro

Del 1 – Snipvägen i Berg

Snipvägen är en liten lokalgata som har belysningsstolpar med höjd 5 meter och som står på ett c/c-avstånd av 25 meter.

Vi kontaktade Uplight Scandinavia AB i Kungsbacka som kombinerar rörelsedetektering med att styra vägbelysning. Vi ville testa deras styrsystem CCU som står för "see's you" och är ett system utvecklat för att fungera tillsammans med olika fabrikat av LED-armaturer.

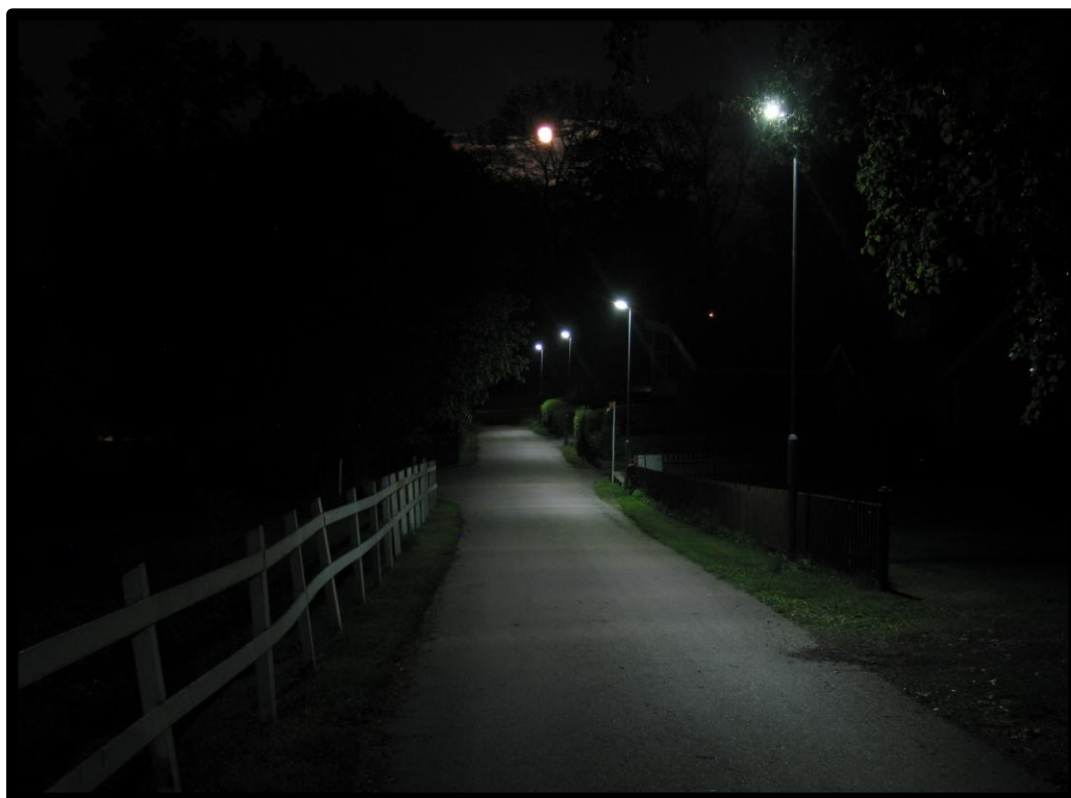
Vi behövde också hitta en bra LED-armatur. Hösten 2009 fick vi inbjudan till Tibro och till företaget Prisma Light AB, som just hade utvecklat en egen LED-armatur, till stor del tillverkad i Sverige. Den heter ELIOTT.

Det visade sig att Uplight och Prisma Light redan hade kontakt så det passade bra att gå vidare med en gemensam provperiod.



Montage vid Snipvägen i Berg

I april 2010 monterades 5st armatur ELIOTT med radio och radar vid Snipvägen. Nedan ser vi resultatet en vacker vårnatt. Lägg märke till hur avgränsat armaturen lägger ut ljuset vid sidan av vägen.



Snipvägen i Berg med 25 meter mellan belysningsstolparna

Armaturerna drivs här med en LED-effekt på 20W per armatur. Henning Cederqvist, från Uplight, kunde från datorn i bilen kommunicera via radio med kretskortet i armaturen. Vi uppmätte 22 Lux på marken rakt under armaturen.

Vi ställde in ett "Frånvaroläge" och testade att gå ned på olika LED-effekter ända ned till 1W per armatur.

Följande värden på belysningsstyrka uppmättes på marken rakt under armaturen vid olika effektlägen med LED-belysningen:

- | | | |
|--------------|--------------|--------------|
| - 50W, 50Lux | - 30W, 34Lux | - 10W, 19Lux |
| - 40W, 39Lux | - 20W, 22Lux | - 5W, 14Lux |

LED Eliott på 20 watt

HT natrium på 50 watt



22 LUX

Det vita ljuset ger en bättre upplevd ljusbild



24 LUX

Om man jämför med motsvarande belysningsstyrka för en vanlig högtrycksnatriumarmatur (Thorns 7418, 50W) så ser vi att vi har i stort sett samma belysningsstyrka men 60 % lägre energiförbrukning. Det vita ljuset ger också en bättre synbarhet. Om man har en otrygg miljö kan det vara en nackdel att armaturen lägger ut ljuset så avgränsat på vägen.

Resultat – Del 1

När det började regna visade det sig att radarn ibland aktiverades av regndroppar så att "närvaroläge" erhöles. Vid ett senare test visade det sig också att insekter (nattfjärilar m.m.) ibland aktiverade "närvaroläge". Systemet Uplight CCU behövde utvecklas ytterligare.

Fördel/Nackdel:

Fördel:

- Frånvarodetekteringen hjälper oss att komma närmare en optimering av driften.
- Kommunikation mellan armaturerna finns och möjlighet till informationsinsamling via GPRS.
- Det vita ljuset ger en bättre synbarhet än "natriumljuset" vid samma belysningsstyrka.

Nackdel:

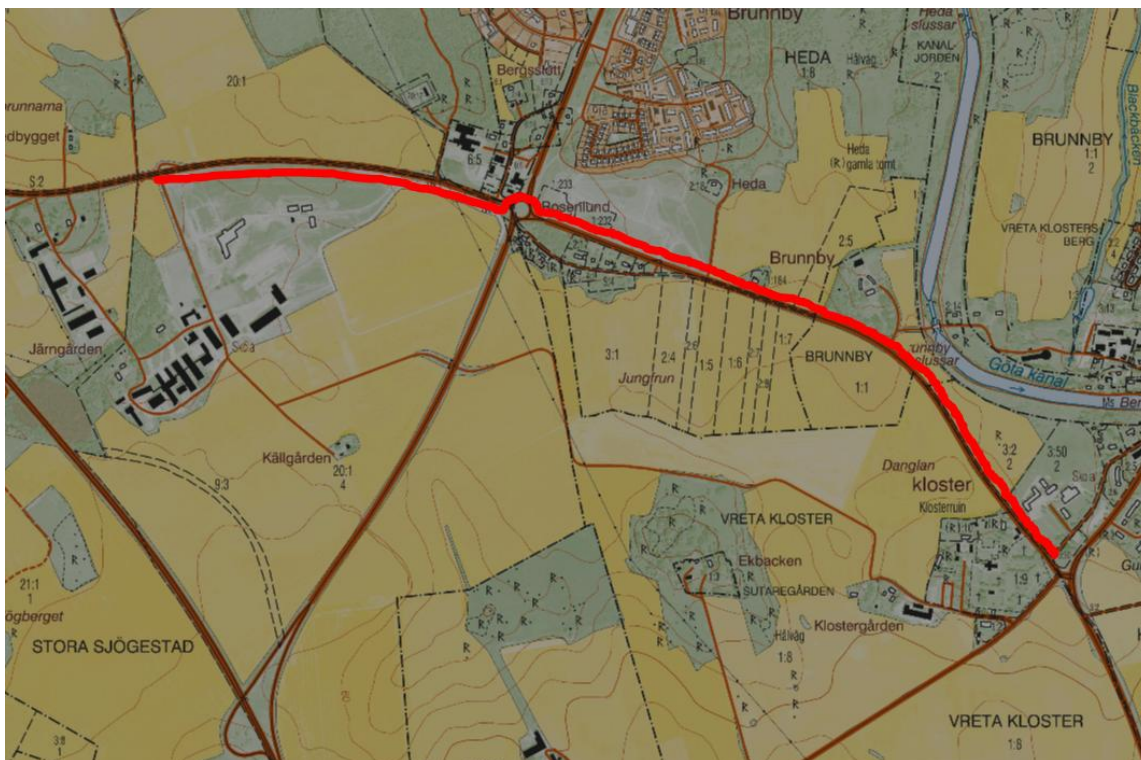
- Detektering med Radar har ett antal felkällor (T.ex. regn och insekter.... snö?)

Del 2 – Ny gång/cykel-väg i Ljungsbro

Den 2,5 km långa cykelvägen sträcker sig från Vreta Kloster kyrka i öster till Järngården i väster.

Projekteringen startade och vi utformade belysningsanläggningen med 5-meters raka stolpar och med stolpavstånd (27m), sidoavstånd (0,6m). Vi använde VGUs rekommendationer som ett rikt-
märke men följde dem inte i alla delar. Målsättningen här var att uppnå belysningsklass S4 med minst "Horisontell medelbelysningsstyrka" 5 lux.

Vi kommer att ha 4st belysningscentraler som matar anläggningen.



Gång/cykel-vägen sträcker sig från Vreta Kloster kyrka till Järngården, en sträcka på 2,5km

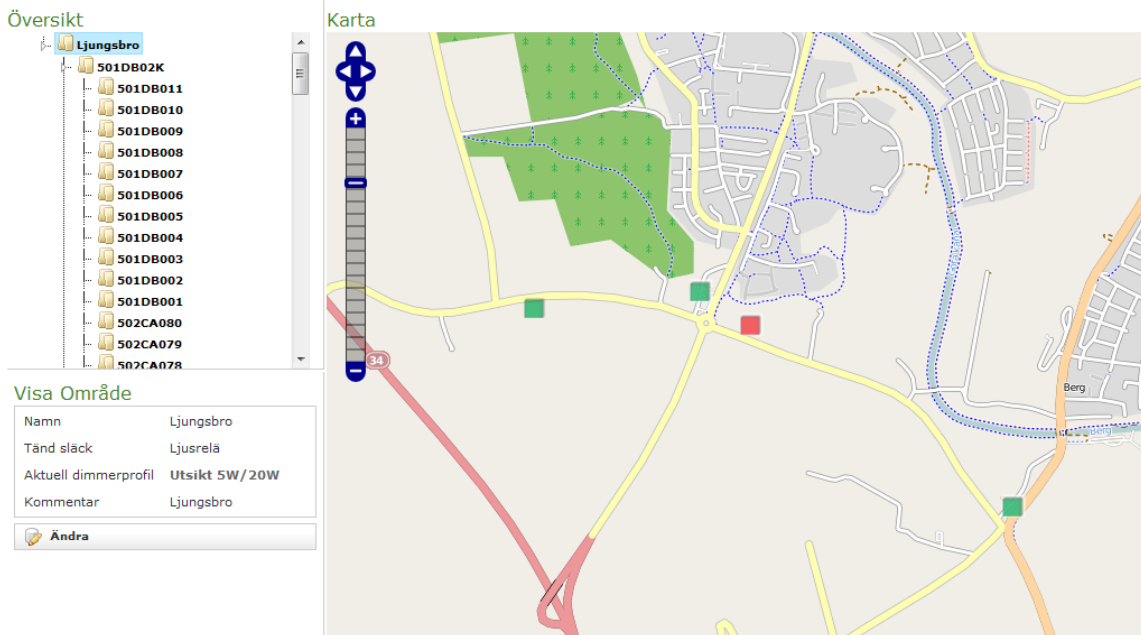
Tritech Technology AB

Under hösten/vintern 2009/2010 hade vi fått kontakt med ett företag som heter Tritech Technology AB. Dom har ett kontor i Linköping och jobbar med maskin-till-maskin kommunikation med primärt fokus på trådlös kommunikation. Dom jobbar med webbaserad styrapplikation. Control-enheter använder GSM-nätet och GPRS för att kommunicera, och radiostyrning mellan de yttre enheterna, baserad på "MeshNET"-konceptet.

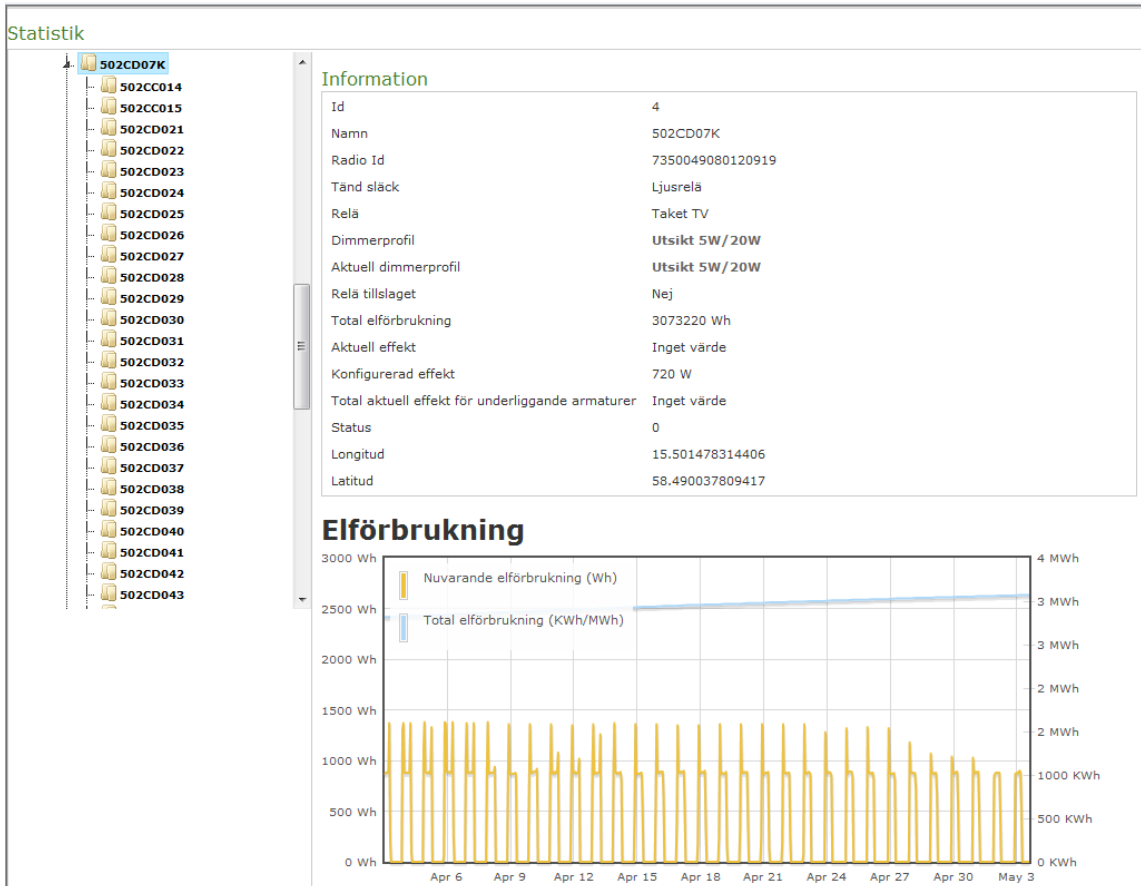
Vi mötte ett stort intresse att integrera tekniken i belysningslösningar.

Kontakt upprättades mellan Tritech och Prisma Light i Tibro.

Efter en provinstallation och tester i Linköping under våren 2010 bestämde vi oss för att gå vidare i samarbetet med Tritech och Prisma Light för att bygga den större anläggningen med 100 armaturer i Ljungsbro.



I webbapplikationen kan det se ut så här. Fyrkanterna är våra fyra belysningscentraler. Den röda visar att ett larm finns.



Möjlighet finns att skapa scheman/profiler för olika tillfällen och behov.

Ovan redovisas resultatet av ett schema enligt följande:

Armatyrerna tänds med 20W, via insignal från vårt ljusrelä i Linköping. Kl 22:00 dimmas dom ned till 5w diodeffekt, fram till kl 05:00 då de går upp till 20W igen för att sedan släckas via signal från ljusreläet.

Dessa scheman kan varieras och man kan bilda grupper av armaturer och lägga scheman för gruppen, t ex vid trafik Korsningar, busshållplatser mm.

Vissa sträckor testar vi att tända på 10W istället för 20W. Vid busshållplatser har vi 30W.

● ● ● **MCU – Master Control Unit**



Så här kan det se ut i en belysningscentral med MechNET-lösningen, där masterkortet är integrerat i en elmätare. En antenn, på utsida av centralen, kommunicerar via GPRS med servern. En annan antenn kommunicerar med radiokortet i armaturen.



En av belysningscentralerna som innehåller MCU (Master Control Unit). Man ser antenner för GPRS-kommunikation med servern och för radiokommunikation med armaturerna.



Den nya belysningsanläggningen togs i drift i mitten på oktober 2010.

Resultat – Del 2

Systemet har, i huvudsak, fungerat bra. Ett mjukvarufel i armaturerna rättades till snabbt av Prisma Light under vintern 2010/2011. 5st armaturer har bytts ut (garantiåtgärd) efter att de slocknat.

Det är en klar fördel att kunna titta på förbrukningsstatistik m.m. via Tritech's webbapplikation (sid 6). Där får man även upp larm om något är fel. Tritech behöver jobba lite mera med att utveckla användarvänligheten i sin applikation.

Vi har tittat på energibesparingen som ser väldigt bra ut (sid 13).

Vi vet, genom statistik, att den genomsnittliga brinntiden för gatubelysningen i Linköping, per år, är 3 941 timmar med vår inställning av det centrala ljusreläet. På vissa befintliga cykelvägar har vi kvar armaturer med 125W kvicksilver. Vår konventionella lösning vid en sådan här nybyggnation hade varit att bestycka med 50W högtrycksnatrium.

Nu jämför vi 125W kvicksilver och 50W högtrycksnatrium dels med LED 20W fast effekt och dels med LED dimmat till 5W mellan kl 22:00 och 05:00.

Vi har räknat in effekten för drivdon, radio, transformator och elektronik.

Vi kan spara 72 % elenergi om vi jämför 50W högtrycksnatrium med LED 20W som dimmas till 5W under lågtrafiktid.

Belysningen på sträckan upplevs som bra och tillräckligt jämn. Vi uppnår runt 5 lux i medelbelysningsstyrka (sid 12).

Fördel/Nackdel:

Fördel:

- Tritech Light Control hjälper oss att komma närmare en optimering av driften.
- Kommunikation mellan armaturerna finns och möjlighet till informationsinsamling och distribution av nya parametrar finns via GPRS.
- Styrsystemet kan relativt lätt byggas ut med nya funktioner, t ex andra givare som tändare eller släcker belysningen.
- Det vita ljuset ger en bättre synbarhet än "natriumljuset" vid samma belysningsstyrka.

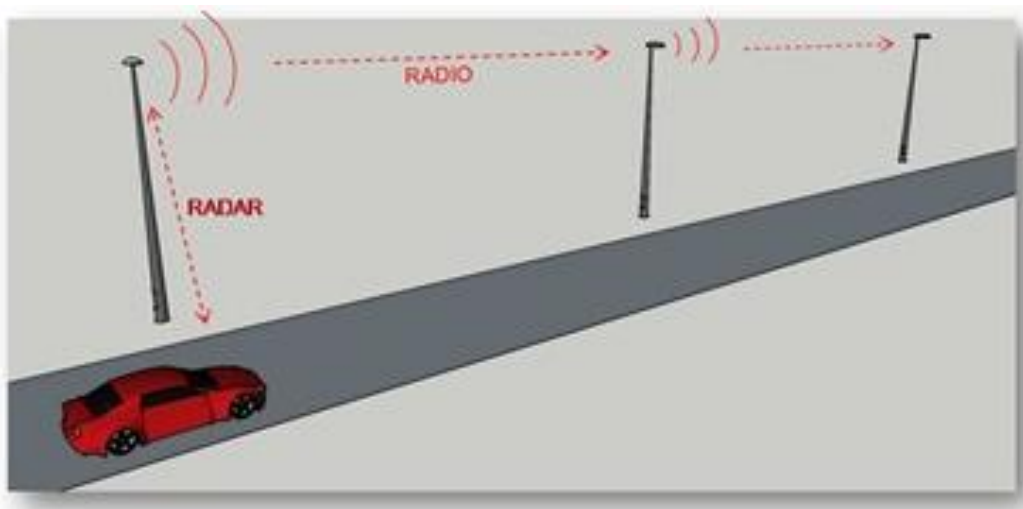
Nackdel:

- Relativ hög kostnad för styrsystemet i förhållande till besparingspotentialen i denna tillämpning.
- Mera resurskrävande vid eventuella fel i armaturen eller styrsystemet.

Tekniken

Uplight Scandinavia AB

Med hjälp av radar eller PIR sensorer, dimmar man ned armaturens effekt, när behovet av maximal ljusnivå saknas. När någon form av närvaro detekteras, tänds valfritt antal armaturer upp till max ljusnivå via radiosignaler.



CCU tänder upp valfritt antal armaturer när närvaro detekteras

Prisma Light AB

Armaturen heter ELIOTT och har 30 dioder från Osram och kan ge upp till 100W vid 900mA. För att garantera drift i 50 000 timmar så rekommenderas inställningen 350mA som motsvarar 33W och 3900 lm.

Färgtemperaturen är ganska hög (5 700K) och innehåller en del blått ljus som är gynnsamt för nattseendet.

ELIOTT kan beställas med olika linser – A eller B eller kombinationer. Vi valde kombinationen BAB.



Armatur ELIOTT

Tritech Technology AB

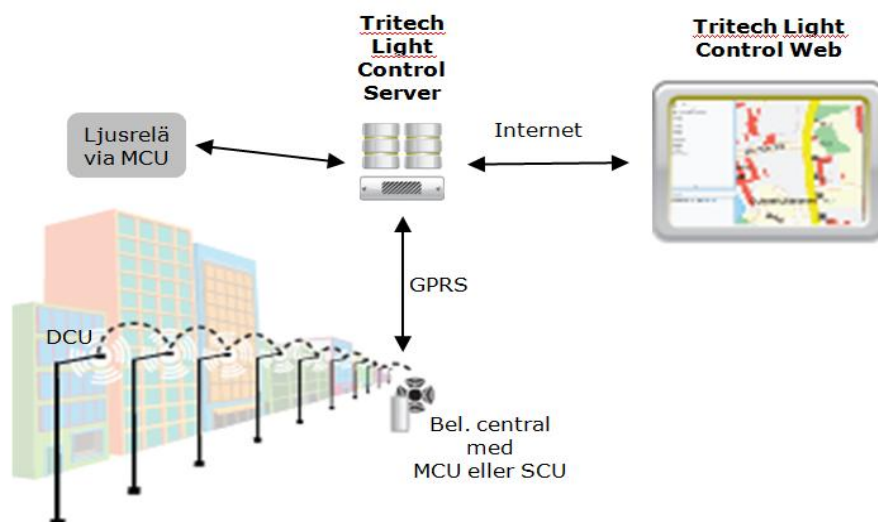
Kortfattat från Tritech:

- TLC – Tritech Light Control
- Webbaserad styrapplikation
- Controlenheter använder GSM-nätet och GPRS för att kommunicera
- Radiostyrning, mellan de yttre enheterna, baserad på "MeshNET"-konceptet

Via webbapplikationen kan man;

- ljusreglera, tända och släcka centraler och armaturer
- läsa ut data från armaturer, t ex brinntid, temperatur och effektläge
- få larm vid kommunikationsbortfall eller spänningsbortfall i central
- få energimätning
- mm

● ● ● **Systemöversikt Tritech Light Control - Ljungsbro**



Hårdvara:

MCU = Master Control Unit

- Upprätthåller kommunikationen mellan belysningsnätet och Light Control Server via GSM/GPRS-modem.
- Kommunicerar med enskilda armaturer och andra närliggande belysningscentraler via MeshNET radio.
- Innehåller energimätare
- Används för tänd/släck av belysningscentral. Har inbyggt astronomiskt ur.
- Hanterar fellarm t.ex. intrångslarm i belysningscentral eller spänningsbortfall.

SCU = Slave Control Unit

- Samma funktion som MCU men saknar GSM/GPRS-modem.

DCU = Device Control Unit

- Hanterar kommunikation till enskilda armaturer via MCU/SCU från Light Control Server.
- Styr enskilda armaturer. Innehåller tänd- och släckescheman. Har inbyggt astronomiskt ur.

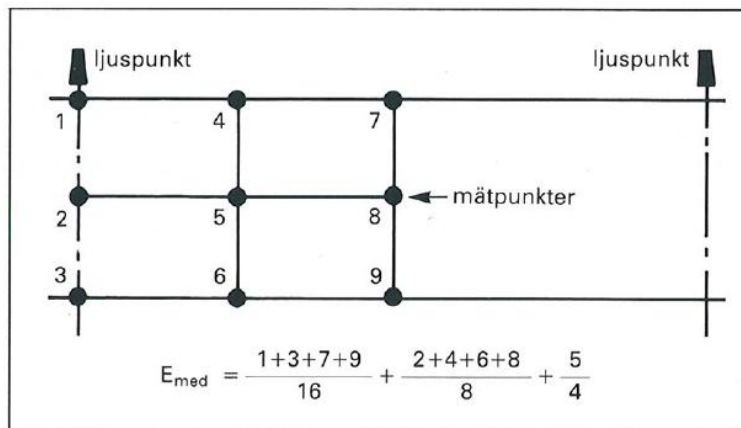
Mätningar

Mätning av Belysningsstyrka (Lux)

För att redovisa belysningsstyrka har vi använt en mätplan (enligt nedan) hämtat ur boken "Utombelysning", Lars Starby 1989.

Förutsättningar:

- Ljuspunktsavstånd: 27 meter
- Stolphöjd: 5 meter
- Armatur: Prisma Light's typ ELIOTT



Figur 5.16. Exempel på hur en mindre väg kan mätas. Formeln ger en ungefärlig uppgift om medelbelysningsstyrkan. Samma mätplan kan också användas för luminansmätning.

Ljussmätning vid GC-väg med LED-belysning i Ljungsbro

	Datum	Datum	Datum	Datum
	2011-03-10	2011-03-10	2011-05-12	2011-03-22
	Tid	Tid	Tid	Tid
	Fr.o.m.	Fr.o.m.	Fr.o.m.	Fr.o.m.
	20:00	20:00	22:45	22:20
	Stolpnummer	Stolpnummer	Stolpnummer	Stolpnummer
	502CA064	501DB004	502CA064	501DB004
	Diod-Effekt (W)	Diod-Effekt (W)	Diod-Effekt (W)	Diod-Effekt (W)
	20	10	5	5
Mät-punkt	(Lux)	(Lux)	(Lux)	(Lux)
1	26,5	16,0	14,5	11,5
2	24,5	14,5	13,0	10,5
3	14,5	7,0	7,0	5,5
4	7,5	5,5	3,5	3,5
5	10,5	6,5	5,0	4,5
6	8,0	3,5	3,5	2,5
7	1,5	0,8	0,0	0,5
8	1,5	1,0	0,0	0,5
9	1,5	1,0	0,0	0,5
-4	11,5	6,0	4,5	3,5
-5	11,0	6,0	5,0	4,0
-6	5,0	3,0	2,0	1,5
-7	2,0	0,8	0,0	0,0
-8	2,0	1,0	0,0	0,0
-9	2,0	0,5	0,0	0,0
E-med (Lux)	10,563	6,238	5,094	4,375

Resultat av ljussmätning med Hagner Universal Photometer enligt Figur 5.16 vid diodeffekt 20W, 10W och 5W.

Ovanstående resultat innebär att vi, enligt fotometern, uppnår runt 5 lux i medelbelysningsstyrka trots att vi dimmat ned till 5W nattetid.

Vår bedömning, beträffande GC-vägen, är att man har bra synbarhet trots ganska låg belysningsstyrka.

Ekonomi

LED-produkter för utomhusbelysning (trafikbelysning) har kommit först på senare år så vi har inte haft möjlighet att få fram erfarenhetsvärden för vad *Underhållskostnaden* utöver kostnaden för byte av ljuskällor kommer att bli. Vi har antagit att den ett antal år framåt blir i stort sett densamma (möjligen med undantag för större trafikleder) som för våra övriga armaturer eftersom vi har vissa administrativa kostnader och kostnader för att inspektera närliggande armaturer samt troligen några omgångar av rengöring under armaturens livstid.

Det som blir mera avgörande för lönsamhetskalkylen är förhållandet mellan *Investeringskostnad* och *Energikostnad*.

Beräkning av energibesparing, GC-väg i Ljungsbro									
2011-03-10									
Total brinntid (tim/år):	3 941								
Neddimmad kl 22-05 (tim/år):	-2 425								
Full effekt (tim/år):	1 516								
Energiförbrukning för 100 armaturer/år									
	Antal (st)	Ljuskälla (kW)	Brinntid(h)	=					
Utan dimning, ljuskälla; Kvicksilver 125W (Effekt för driftdon: 14 W)	100 x	0,139 x	3 941	=	54 780 kWh				Besparing/år:
Utan dimning, ljuskälla; Högtrycksnatrium 50W (Effekt för driftdon: 9 W)	100 x	0,059 x	3 941	=	23 252 kWh				Besparing/år:
Utan dimning, ljuskälla; LED 20W (Effekt för trafo och elektronik: 3 W)	100 x	0,023 x	3 941	=	9 064 kWh	17%	Besparing: 83%	45 716 kWh/år	
						39%	Besparing: 61%	14 188 kWh/år	
Dimning nattetid kl 22-05, LED 20/5W:									
Ljuskälla; LED 20W (Effekt för radio, trafo och elektronik: 5,5 W)	100 x	0,0255 x	1 516	=	3 866 kWh				Besparing/år:
Ljuskälla; LED 5W (Effekt för radio, trafo och elektronik: 5,5 W)	100 x	0,0105 x	2 425	=	2 546 kWh				
					6 412 kWh	12%	Besparing: 88%	48 368 kWh/år	
						28%	Besparing: 72%	16 840 kWh/år	
						71%	Besparing: 29%	2 652 kWh/år	

Vi ser ovan att:

utan dimning sparar vi;

- 61% energi genom att använda 20W LED jämfört med 50W högtrycksnatrium
- 83% energi genom att använda 20W LED jämfört med 125W kvicksilver

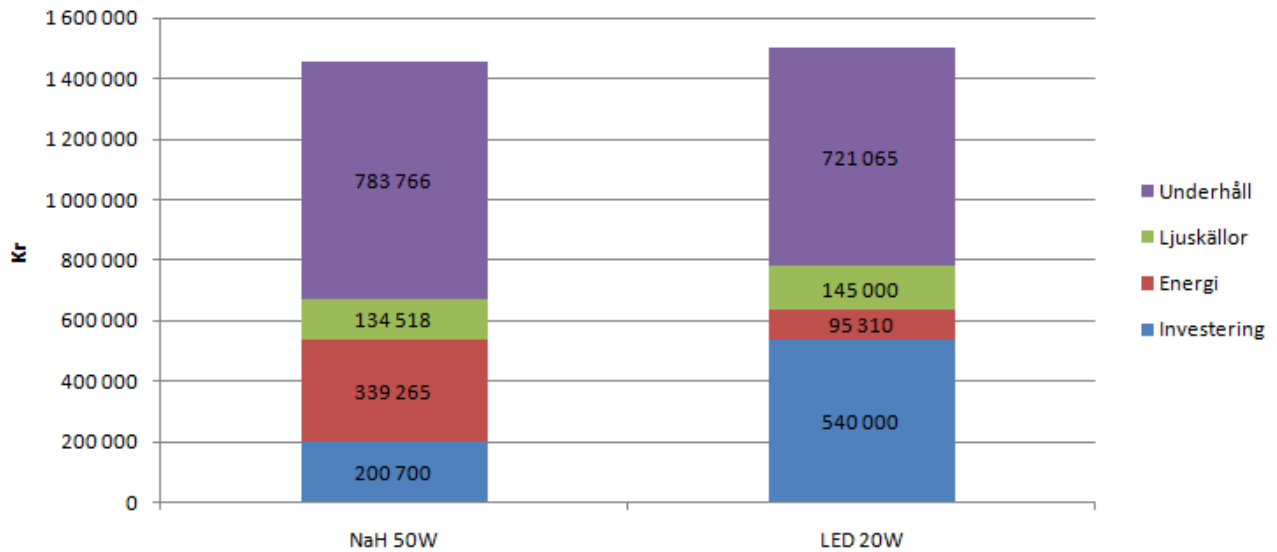
med dimning kl22-05 (20/5W) sparar vi;

- 72% energi genom att använda 20W LED jämfört med 50W högtrycksnatrium
- 88% energi genom att använda 20W LED jämfört med 125W kvicksilver

Utsikt tillhandahåll armaturen i den annars LOU-upphandlade entreprenaden.

I och med att LED-tekniken fortfarande är ganska ny och under snabb utveckling så är det svårt att veta när man skall "hoppa på tåget" som man brukar säga. Det kommer hela tiden bättre produkter. Därför valde vi att teckna ett hyresavtal med Prisma Light som gäller i 7 år. Där ingår Prisgaranti, Utbytesgaranti, Uppgraderingsgaranti och Förlängningsgaranti. Avtalet inkluderar Tritechs radioenhet i armaturen.

Livscykelkostnader för belysning Total kostnad (nuvärde)



Jämförelse mellan standardarmaturer (100st) typ Thorn 7418C 50W NaH och Prisma Light's LED-armaturer Eliott med 30 dioder och inbyggd radioenhet från Tritech. LED-armaturen drivs med 20W och har nattsänkning till 5W mellan kl 22:00 och 05:00. LCC-kalkylen baseras på 20 år.

Energibesparingen är betydande men samtidigt blir investeringen, än så länge, avsevärt högre när man väljer LED-armaturer jämfört med armaturer för urladdningslampor som högtrycksnatrium eller metallhalogen. I detta projekt, då vi även har radioutrustning i LED-armaturen, ser vi att vi får en total kostnad (nuvärde) som är högre än om vi skulle byggt med en standardarmatur för högtrycksnatrium. Den relativt lilla högre kostnaden kanske kan motiveras med att man upplever en bättre synbarhet med det vita ljuset.

På större trafikleder är den här tekniken mycket intressant. Med LED-armaturer som har större ljusflöde och därmed än så länge drar mera elenergi, så finns det också en större möjlighet att spara energi genom smart styrning för att optimera driften med hänsyn till trafikintensitet, svårighetsgrad och väderlek m.m. Kostnader för trafikavstängning inkl TMA-skydd borde minska, med LED-armaturer på stora trafikleder, då seriebyten av ljuskällor vart 4:e år kan utgå och ersättas med "LED-byte" vart 12:e år.

Slutsatser

- Frånvarodetektering av belysning med hjälp av radar är en intressant lösning men den är inte färdigutvecklad.
- Att kunna kommunicera med varje armatur skapar möjlighet att anpassa belysningen på varje plats till olika tidpunkter och förhållanden.
- Möjligheten till energibesparing är betydande men samtidigt blir investeringen, än så länge, avsevärt högre när man väljer LED-armaturer jämfört med armaturer för urladdningslampor som högtrycksnatrium eller metallhalogen.
- Kostnaden för dimning, vid så låga effekter som det rör sig om vid en gång- och cykelväg, kan vara svår att motivera. Vid högre effekter, som på större trafikleder m.m., kan det vara motiverat med tanke på att det finns en större potential till besparingar vid t.ex. lågtrafiktid.
- Dimningsfunktionen kan också vara ett tillval för att kunna höja belysningsstyrkan på vissa platser, t.ex. runt idrottsanläggningar, vid vissa tider då större evenemang pågår.
- Det vita ljuset från en LED-ljuskälla ger en bättre synbarhet (visuell kvalitet) än "natriumljuset" vid samma belysningsstyrka.
- Frågan om hur man skall hantera olika styrsystem har aktualiserats. Det finns många olika system på marknaden redan.

Linköping 2011-09-09
Per-Ove Lennartsson