

Příloha 3 - Návrh regulace

Obsah

1. Popis použitých svítidel.....	1
2. Popis energetických úspor regulace.....	1
2.1 Stanovení úspor na chobách.....	2
2.2 Úspory v učebnách.....	4
2.3 Úspory na schodištích.....	5
2.4 Úspory v kabinetech, kancelářích, sborovnách.....	5
2.5 Celková odhadovaná celoroční úspora regulací.....	5
3. Návrh jednotlivých DALI prvků.....	6
3.1 DALI řídicí jednotka.....	6
3.2 Návrh senzorů přítomnosti osob a udržované osvětlenosti.....	7
3.3 Ovládací přístroj (programovatelný, inteligentní vypínač).....	8
3.4 Řídicí software.....	9
Výkresy 1 – DALI okruhy a vedení DALI kabeláže (2x A3, 2x A2)	
Výkresy 2 - Schéma zapojení prvků (4x A4)	

1. Popis použitých svítidel

Všechny mnou navržená svítidla jsou LED svítidla od společnosti THORN, jsou DALI stmívatelná a kompatibilní se regulací, kterou níže navrhuji.

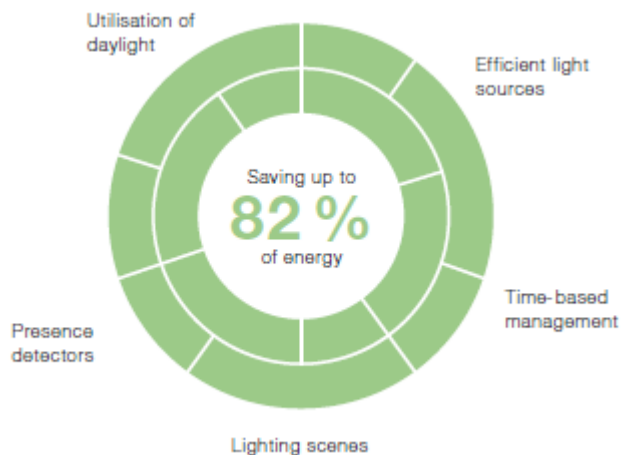
2. Popis energetických úspor regulace

V mém návrhu přináší regulace osvětlovací soustavy úspory zejména z důvodu:

- Automatické tlumení svítidel dle intenzity slunečního svitu
- Automatické vypnutí svítidel v případě nepřítomnosti osob (zejména na chodbách)
- Možnost vypnutí některých svítidel v případě, že nebudou potřeba (například, když učitel nebude potřebovat tabuli, tak může nasvětlení tabule vypnout a ostatní svítidla nechat)

Mnou navržená osvětlovací soustava a regulace nebyla realizována a není tedy možné přesně určit jak velké úspory reálně přinesla (to lze zjistit jedině z vyúčtování za odběr elektřiny). Pokusím se alespoň úspory energie odhadnout.

V katalogu ZUMTOBEL se uvádí, že správným návrhem regulace lze dosáhnout úspor až 82% elektrické energie (než kdyby byla soustava bez regulace), viz obr.01.

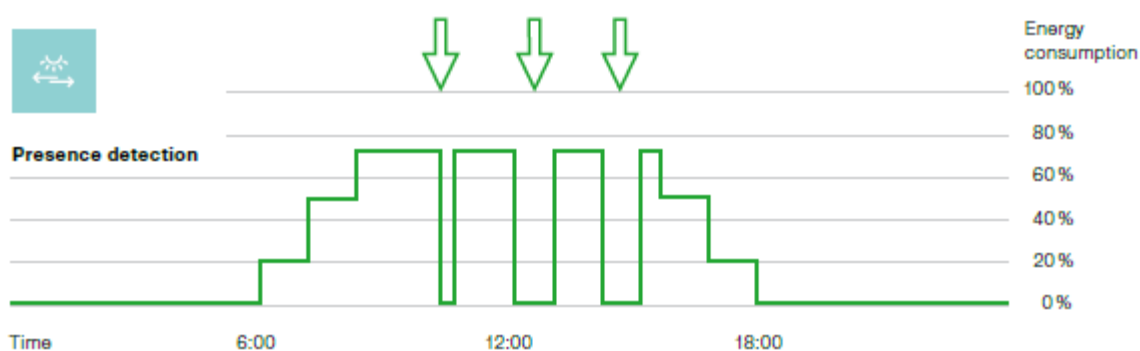


Obr.01 – Dosažitelná úspora (z katalogu ZUMTOBEL LITECOM Infinity)

To mi ovšem nepřijde příliš reálné. Rozhodl jsem se proto sám úsporu odhadnout výpočtem. Odhady výpočtů úspor provedu v kapitolách 2.1, 2.2, 2.3.

2.1 Stanovení úspor na chobách

2.NP ZŠ Mazurská má 4 pavilony, to znamená 4 velké chodby, které jsou po celou dobu přítomnosti žáků rozsvíceny. V době přestávek je to v pořádku, ale v době výuky je to naprosto zbytečné a jedná se o velké plýtvání energií. Proto jsem do chodeb navrhl senzory, které pouze při detekci přítomnosti osoby chodbu v daném pavilonu rozsvítí (nikoli v celém 2.NP, pouze v daném pavilonu).



Obr.02 – Ukázka energetických úspor instalací senzorů detekce osob (z katalogu ZUMTOBEL LITECOM Infinity)

Běžný rozvrh základní školu má vyučující hodinu 45minut a přestávku 10min. Z obrázku 03 lze vyčíst, že za celý vyučující den tvoří pouze 120 minut (včetně 7. vyučovací hodiny, kdy mají studenti volno a to se mohou běžně pohybovat na chodbách, proto je uvažují jako přestávku). A výuka tvoří $8 \cdot 45$ minut = 6 hodin.

6.A - 29h.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	7.00-7.45	8.00-8.45	8.55-9.40	10.00-10.45	10.55-11.40	11.50-12.35	12.45-13.30	13.35-14.20	14.25-15.10	15.15-16.00
Pondělí		Čj La 6.A	M Hel 6.A	D Šo 6.A	F Bě 5.A	Tv Re,Sk hala tělocv.				
Úterý		Čj La 6.A	Z Mas 6.A	M Hel 6.A	Aj Ba,So,St 6.A,VU,6.B	VT He,Re MU VU	Př Kyz 7.A		Pč Kyz 7.A	Pč Kyz šk.pozemek
Středa		Aj Ba,So,St 6.A,7.B,6.B	M Hel 6.A	Čj La 6.A	Vv Do Vv	Vv Do Vv	Tv Re,Sk tělocv. hala			
Čtvrtek		Aj Ba,So,St 6.A,6.B,JU	Čj La 6.A	F Bě 5.A	Drv Ma 6.A	D Šo 6.A	Hv Do 7.B			
Pátek		Z Mas 5.A	M Hel 6.A	Ov Šo 6.A	Čj La 6.A/VU	Rv So 6.A	Př Kyz 7.A			

Obr.03 - běžný rozvrh základní školy

(zdroj: <http://stary-web.vrchlickeho.cz/lide/zaci/2008-2009/6a.aspx>)

Můj odhad je, že během výuky budou svítidla na chodbách rozsvícena pouze 50% doby výuky (většinou, když bude nějaký žák potřebovat během výuky na záchod).

Dále úsporu z hlediska tlumení světla dle slunečního svitu zanedávám, protože do chodeb nesvítí prakticky žádné přirozené světlo.

Z těchto dvou základních předpokladů lze dopočítat, že osvětlení na chodbách bude svítit:

- od 6:30 do 8:00 neustále (studenti a učitelé chodí nastupují do školy)
- Během výuky, která bude trvat celkem 6 hodin budou svítidla svítit pouze 3 hodiny
- Během přestávek, které tvoří 2 hodiny budou svítidla svítit neustále
- Od 16:00 do 16:30, kdy je konec výuky a škola bude uklížena poběží osvětlení opět neustále

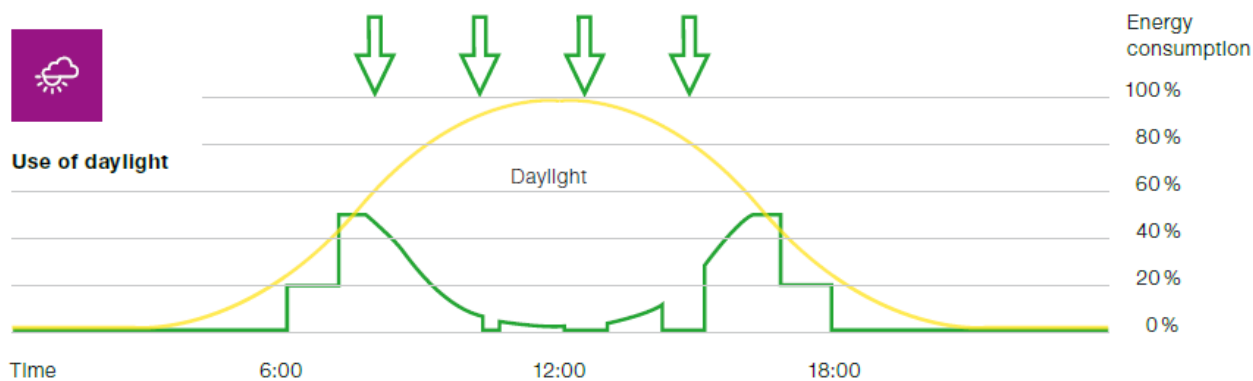
To znamená, že z běžného provozu od 6:30 do 16:30 (10 hodin) odhaduji, že svítidla na chodbách budou rozsvícena pouze po dobu 7 hodin.

Z toho vyplývá, že můj odhad pro úsporu energie senzory na přítomnost osob na chodbách je 30%. Celkový příkon chodeb je 1.366W. Tato 30% úspora činí 409,8W a vyjádříme-li jí jako úsporu z celkového příkonu 2.NP, získáme celkovou úsporu $409,8/16664,5 = 0,0245 = 2,45\%$

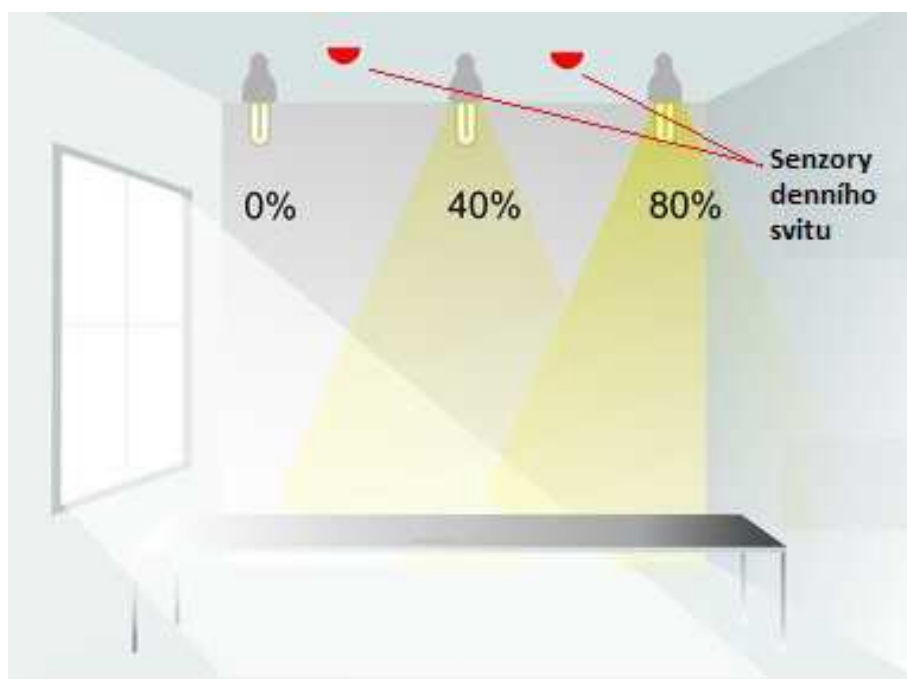
Zjistil jsem tedy, že úspora na chodbách činí **2,45% z celkového příkonu 2.NP ZŠ Mazurská.**

2.2 Úspory v učebnách

Na obrázcích 04 a 05 vysvětlují, jakým způsobem k úsporám vlivem denního světla a senzorů dochází.



Obr.04 – Graf tlumení svítidel během dne pomocí senzorů (z katalogu ZUMTOBEL LITECOM Infinity)



Obr.05 – Ukázka, jak tlumení svítidel funguje

Každá učebna má jednu stěnu minimálně ze 70% prosklenou, to znamená, že tento předpoklad úspory denním světlem můžeme uvažovat.

Během školního roku jsou třídy využívány od 6:30 do 16:30 a odhaduji, že intenzita slunečního svitu umožní, že osvětlovací soustava v učebnách bude průměrně utlumena o 25% (v létě může být utlumena o 75% a v zimě pouze o 10%).

Učebny mají celkový příkon 8.204W.

Úsporu energie v učebnách získáme vyjádřením: $10015,2 * 0,25 = 2503,8W$.

A z celkového příkonu 2.NP tato úspora činí: $2503,8 / 16664,5 = 0,15 = 15\%$.

Zjistil jsem tedy, že úspora v učebnách činí **15% z celkového příkonu 2.NP ZŠ Mazurská**.

2.3 Úspory na schodištích

Co se týče úspory energie na schodištích, tak zde lze ušetřit jak na detekci přítomnosti osob i na regulaci dle slunečního svitu.

Schodiště má relativně malé okno, proto odhaduji tlumení svítidel vlivem denního světla pouze 20%. Dále odhaduji, že schodiště bude osvětleno 50% z celkové doby denního provozu školy (6:30-16:30).

Osvětlovací soustava schodišť ve 2.NP má příkon 742W. Pokud uvažuji, že svítidla zde průměrně budou svítit na 80%, dostanu přepočtený příkon $742 * 0,8 = 596,6W$.

Dále uvažuji, že bude schodiště osvětleno pouze 50% celkové doby, takže přepočtený příkon potom bude $596,6 * 0,5 = 298,3W$

Z toho lze vyjádřit, že celková úspora energie na schodištích činí $742 - 298,3 = 443,7W$.

A z celkového příkonu 2.NP tato úspora činí: $443,7 / 16664,5 = 0,027 = 2,7\%$.

Zjistil jsem tedy, že úspora na schodištích činí **2,7% z celkového příkonu 2.NP ZŠ Mazurská**.

2.4 Úspory v kabinetech, kancelářích, sborovnách

Všechny tyto místnosti mají prosklení ve stejném poměru jako učebny, proto zde uvažuji stejné utlumení svítidel vlivem denního světla. To znamená, že uvažuji, že svítidla zde budou průměrně utlumena o 25%. Postup stanovení stejná jako u učeben v kapitole 3.2.

Výše zmíněné místnosti mají celkový příkon 3144,6W

Úsporu energie zde získáme vyjádřením: $3144,6 * 0,25 = 786,15W$.

A z celkového příkonu 2.NP tato úspora činí: $786,15 / 16664,5 = 0,047 = 4,7\%$.

Zjistil jsem tedy, že úspora v kabinetech, kancelářích, sborovnách činí **4,7% z celkového příkonu 2.NP ZŠ Mazurská**.

2.5 Celková odhadovaná celoroční úspora regulací

Mnou odhadované úspory z celkového příkonu 2.NP jsou:

- Na chodbách: 2,45%
- V učebnách: 15%
- Na schodištích: 2,7%
- v kabinetech, kancelářích, sborovnách: 4,7%

Součet celkových úspor: 24,85%

Celková úspora osvětlovací soustavy s regulací oproti soustavě bez regulace je tedy odhadována na 24,85%. To znamená úsporu z 16.664,5W sníženou o 24,85% na 12.523,4W

Odhadovaný celkový příkon osvětlovací soustavy s regulací tedy je 12.523,4W.

3. Návrh jednotlivých DALI prvků

V této kapitole popisují všechny prvky mnou navržené DALI soustavy.

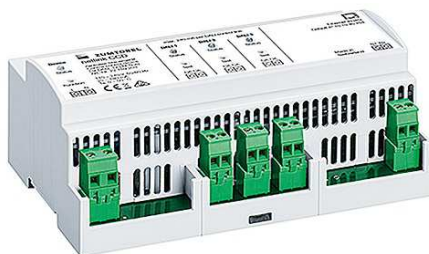
Na jednom okruhu DALI sběrnice může být 64 svítidel a 64 DALI řídicích modulů (senzory, ovladače,...)

3.1 DALI řídicí jednotka

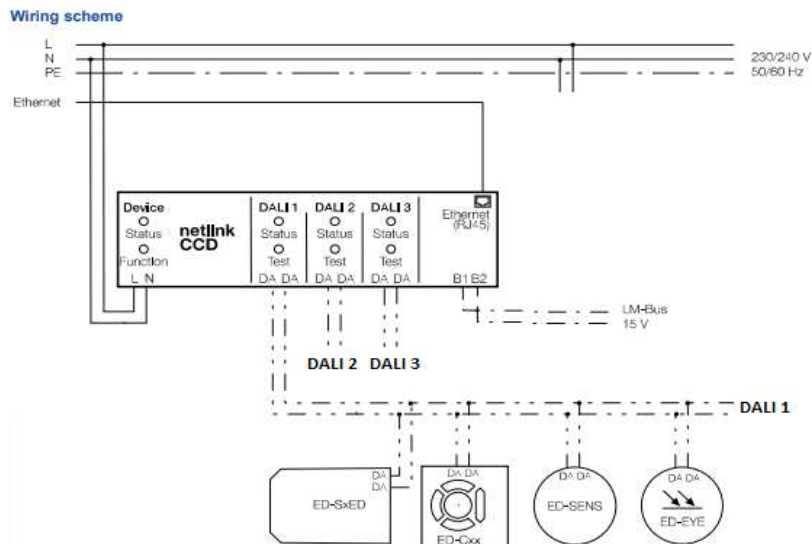
Pro tento projekt je nejvhodnější řídicí jednotka *ZUMTOBEL Netlink CCD*. Jedná se o "krabičku" vyobrazenou na Obr.06. Slouží k ovládání a napájení 3 DALI okruhů (3x64 svítidel a 3x64 řídicích modulů).

Má i síťovou přípojku na ethernet kabel a díky tomu lze řídicí jednotku připojit k počítači a dálkově počítačem ovládat. Zároveň na počítači můžeme zjistit i stav svítidel (velmi vhodné pro správce objektu, protože například hned zjistí, které svítidlo přestalo fungovat). Instaluje se na DIN lužtu 35mm (do rozvaděče).

Na 2.NP ZŠ Maazurská jsem navrhl celkem 9 DALI okruhů a 4 řídicí jednotky.



Obr.06 – Řídicí jednotka DALI Netlink CCD od společnosti ZUMTOBEL



Obr.07 – Schéma zapojení řídicí jednotky NETlink CCD (z technického listu)

3.2 Návrh senzorů přítomnosti osob a udržované osvětlenosti

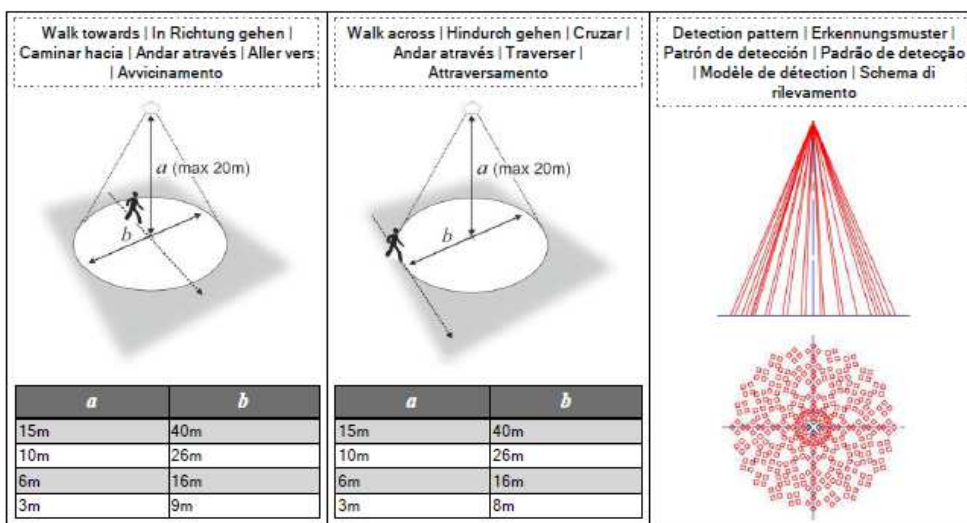
Navrhuji senzory THORN *SensaLite*. Tyto senzory zajišťují automatické ovládání (zapínání/vypínání a stmívání) osvětlení podle vlastního nastavení. Čili dokáží tlumit svítidla podle přirozeného slunečního svitu a vypínat osvětlovací soustavy v případě nepřítomnosti osob.



Obr.08 – Navržené senzory THORN *SensaLite* (vlevo pro světlé výšky nad 3m a vpravo pro výšky do 3m)

Na obrázku 08 vidíme varianty pro zabudování do podhledů, ale k senzorům lze dokoupit speciální kryt, díky kterému lze instalovat senzor přisazně (navrtat ke stropu).

Detailnější informace jsou uvedeny v technických a montážních listech.



Obr.09 - Ukázka z montážního návodu senzoru

Světlá výška v objektu není jednotná, ale zpravidla se opakují pouze 2 výšky. 3,27m (+- 3cm) a 2,56 (+- 4cm). Proto je třeba navrhnout 2 různé senzory:

a) senzor THORN SensaLite MR – lze použít do výšky 3m. A při výšce 2,56m má rozsah odpovídající kružnici o průměru 6,5m.

b) senzor THORN SensaLite HIBAY – lze použít do výšky 17m. A při výšce 3,27m má rozsah odpovídající kružnici o průměru 9m.

Rozsahy jsem zjistil z montážních listů senzorů a dle těchto rozsahů navrhuji jejich počet v místnostech.

3.3 Ovládací přístroj (programovatelný, inteligentní vypínač)

ZUMTOBEL ED Circle control point slouží k ovládní osvětlení. Od klasického vypínače se liší zejména tím, že mu lze naprogramovat až 3 skupiny svítidel, které může ovládat (vypínat, nebo stmívat). Například zvlášť ovládat nasvětlení tabule a zvlášť nasvětlení lavic studentů. Další odlišnost je to, že není ke svítidlu připojen silnoproudovou kabeláží, takže komunikace mezi vypínačem a svítidlem probíhá pouze na sběrnici DALI a na nastavení provázanosti mezi vypínačem a konkrétními svítidly.

Montuje se do jednoduché eurozásuvky (Ø 60 mm, hloubka 42 mm).

Vypínač má příkon 6mA a využívá tak napájení jako 3 DALI řídicí moduly (To znamená, že použitím toho vypínače snížíme použitelný počet řídicích modulů v DALI okruhu z 64 na 61).

Navrhuji ho pouze v učebnách a významějších místnostech (sborovna, kancelář, kabinet). Nemá smysl ho navrhnout například ve skladu.

Navrhuji ho vždy za dveřmi a v případě učeben i u stolu učitele (například aby mohl bez zvedání se ze židle zvolit, zda-li chce, či nechce, nasvítit tabuli).



Obr.10 - ovládací přístroj ZUMTOBEL ED Circle control point

3.4 Řídící software

Pro celkové ovládání, nastavování a spravování osvětlovací soustavy volím licenci na software ZUMTOBEL LITECOM infinity. Licencí je nabízeno více druhů a liší se nabízenými funkcemi. Pro můj projekt ovšem stačí tato. Potřebuji zejména přiřazení senzoru ke skupině svítidel, aby je mohl regulovat (dle slunečního svitu) a případně vypínat v nepřítomnosti osob. Další funkce navíc, které nabízejí dražší licence, již nepotřebuji

Licence se prodávají pro různé množství svítidel od 250 až do 100.000 svítidel. V mém projektu se nachází celkem 499 svítidel a požaduji, aby se osvětlovací soustava ovládala pomocí senzorů. Proto volím licenci LITECOM INFO daylight 1.000 (až pro 1.000 svítidel), viz. Obr.11

LITECOM infinity daylight



- Sensor assignment to controlled room
- Setting of definable light atmospheres as daylight-dependent atmospheres
- Setting of specifically required brightness values per room/group and atmosphere
- Setting of daylight control curves per room/group

	Order no.
LITECOM INF daylight 1.000	22 169 601
LITECOM INF daylight 10.000	22 169 604
LITECOM INF daylight 100.000	22 169 607
LITECOM INF daylight 2.000	22 169 602
LITECOM INF daylight 20.000	22 169 605
LITECOM INF daylight 250	22 169 599
LITECOM INF daylight 5.000	22 169 603
LITECOM INF daylight 50.000	22 169 606
LITECOM INF daylight 500	22 169 600

Obr.11 – Výběr licence řídicího softwaru (z kalalogu ZUMTOBEL LITECOM Infinity)