

## **Casambis lönsamhet**

En undersökning av Casambis lönsamhet i jämförelse med DALI och KNX TP

Micael Rönnlund

Examensarbete för ingenjör (YH)-examen

Utbildningsprogrammet för el- och automationsteknik

2022 Raseborg

## EXAMENSARBETE

Författare: Micael Rönnlund

Utbildning och ort: El- och automationsteknik, Vasa

Inriktning: Elkraftsteknik och automationsteknik

Handledare: Joachim Böling

Titel: Casambis lönsamhet

---

Datum: 5.5.2022 Sidantal: 60

Bilagor: 1

---

### Abstrakt

Examensarbetets syfte var att ta reda på Casambis fördelar och nackdelar gentemot DALI och KNX TP, som ett system för styrning av belysning, ur ett brett perspektiv samt skapa en referenslista på vad som behövs vid uppbyggnad av ett Casambi-system. Ämnet är Casambis lönsamhet.

Examensarbetet informerar om Casambis lönsamhet som inkluderar fördelar och nackdelar gentemot DALI och KNX TP. Detta genom att teori presenteras för att förstå sig på hur ett Casambi-, DALI- och KNX TP-system byggs upp och fungerar, samt om systemens styrkor och svagheter. Med teorin beskrivs även hur systemen kan kombineras. Samtidigt förklaras vilka enheter som behövs för respektive ändamål för de nämnda systemen.

Uppgiften inleddes med att först ta reda på all nödvändiga fakta angående Casambi, DALI och KNX TP som behövdes för att förstå hur systemen byggs upp och vad respektive systems styrkor och svagheter är. Detta gjorde det möjligt att en ritning med DALI-styrda armaturer och övriga faktorerers inverkan vid val av Casambi som systemlösning, kunde analyseras.

Examensarbetets teori, ritning och övriga faktorer som analyserades resulterade i konkreta listor på Casambis fördelar och nackdelar gentemot DALI och KNX TP. Resultatet beskriver vad Casambis fördelar och nackdelar som ensam systemlösning är och vad Casambis fördelar och nackdelar som en del av ett DALI- eller KNX TP-system är. Resultatet inkluderar även en referenslista på vad som behövs och eventuellt kan behövas vid uppbyggandet av ett Casambi-system.

---

Språk: svenska

Nyckelord: belysningsstyrning, KNX, DALI, Casambi

# OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Micael Rönnlund

Koulutus ja paikkakunta: Sähkö- ja automaatiotekniikka, Vaasa

Suuntautumisvaihtoehto: Sähkövoimatekniikka ja automaatiotekniikka

Ohjaaja: Joachim Böling

Nimike: Casambin kannattavuus

---

Päivämäärä: 5.5.2022

Sivumäärä: 60

Liitteet: 1

---

## Tiivistelmä

Opinnäytetyön tarkoitus oli selvittää Casambin hyödyt ja haitat valaistusohjausjärjestelmänä verraten DALI- ja KNX TP -järjestelmiin, sekä tuottaa viitelista tuotteista, joita tarvitaan rakentamaan Casambi-järjestelmä. Aiheena on Casambin kannattavuus.

Opinnäytetyö vertaa Casambin kannattavuutta DALI- ja KNX TP -järjestelmiin, sisältäen sen hyödyt ja haitat. Tämä tapahtuu esittämällä teoriaa, joka selittää kuinka Casambi-, DALI- ja KNX TP -järjestelmiä rakennetaan ja kuinka ne toimivat, sekä esittämällä järjestelmien vahvuudet ja heikkoudet. Teorialla kuvaillaan myös miten järjestelmiä voidaan yhdistää. Lisäksi selitetään mitä yksiköjä tarvitaan mihinkin mainittujen järjestelmien käyttötarkoitukseen.

Tehtävä alkoi selvittämällä kaikki tarpeellinen tieto Casambi-, DALI- ja KNX TP -järjestelmistä, joka tarvitaan ymmärtämään järjestelmien rakenne ja mitkä ovat näiden järjestelmien vahvuudet ja heikkoudet. Teorian kautta oli mahdollista tutkia piirustusta DALI-järjestelmällä ohjatuista valaisimista sekä tarkastella muiden osatekijöiden vaikutusta Casambi-järjestelmän valitsemiseen.

Tuloksena opinnäytetyön teoriasta, piirustuksesta ja muista tekijöistä syntyi konkreettiset listat Casambin hyödyistä ja haitoista verrattuna DALI- ja KNX TP -järjestelmiin. Tulos selittää myös Casambin hyödyt ja haitat erillisenä järjestelmäratkaisuna sekä osana DALI- tai KNX TP -järjestelmiä. Tulos sisältää myös viitelistan tarvittavista sekä mahdollisesti tarvittavista yksiköistä Casambi-järjestelmän rakentamisessa.

---

Kieli: ruotsi

Avainsanat: valaistusohjaus, KNX, DALI, Casambi

## **BACHELOR'S THESIS**

Author: Micael Rönnlund

Degree Programme: Electrical Engineering, Vaasa

Specialisation: Electrical Engineering and Automation Technology

Supervisor: Joachim Böling

Title: Profitability of Casambi

---

Date: May 5, 2022    Number of pages: 60

Appendices: 1

---

### **Abstract**

The purpose of the Bachelor's Thesis was to examine the pros and cons of Casambi, as a lighting control system in comparison to DALI and KNX TP. It was also included in the purpose of the Bachelor's Thesis to create a reference list, containing the units needed to create a Casambi-system. The subject is the profitability of Casambi.

The Bachelor's Thesis informs about the profitability of Casambi, which includes the pros and cons of Casambi in comparison to DALI and KNX TP. This is possible by introducing the necessary theories to understand how a Casambi-, DALI- and KNX TP-system is built and works and the pros and cons of the mentioned systems. The theory also explains how the systems can be combined and which units that are needed for the respective purpose of the mentioned systems.

The examination of Casambi's profitability was accomplished by first reading all the necessary theories about Casambi, DALI and KNX TP to understand the systems pros, cons and how the systems work. The theory enabled a drawing of DALI-controlled luminaries and other factors impact of choosing Casambi as a solution to be examined.

The Bachelor's Thesis theory, drawing and other factors impact that was examined, concluded in concrete lists of Casambi's pros and cons in comparison to DALI and KNX TP. The result describes the pros and cons of Casambi as a system solution and as a part of a DALI- or KNX TP-system. The result also includes a reference list of which units that are necessary and which that could be necessary when creating a Casambi-system.

---

Language: swedish

Key words: lightning control, KNX, DALI, Casambi

## Innehållsförteckning

1	Inledning .....	1
1.1	Målsättning.....	1
2	Belysningsstyrning.....	2
2.1	Lamptyper och styrningssätt.....	3
3	Casambi.....	5
3.1	Bluetooth Low Energy teknologi.....	7
3.2	Företaget Casambi Technologies Oy egna produkter .....	8
3.2.1	CBU-A2D.....	8
3.2.2	CBU-TED.....	10
3.2.3	CBU-ASD.....	11
3.2.4	CBU-DCS.....	12
3.2.5	CBU-PWM4.....	13
3.2.6	Casambi Xpress.....	14
3.3	Casambi-applikationen.....	15
3.4	Casambi Cloud API.....	16
3.5	Casambi smart switching.....	17
3.6	Casambi stöd för iBeacon .....	18
3.7	Casambi stöd för EnOcean .....	19
3.8	Begränsningar i ett Casambi-system .....	19
4	DALI.....	20
4.1	DALI-2 .....	21
4.2	Uppbyggnad av ett DALI-system .....	22
4.3	Styrkor och egenskaper med DALI .....	24
4.4	Begränsningar i ett DALI-system .....	25
5	KNX TP .....	28
5.1	Uppbyggnad av ett KNX TP-system.....	28
5.2	KNX TP som system för belysningsstyrning.....	31
5.3	Styrkor och egenskaper med KNX TP som belysningsstyrningssystem .....	32
5.4	Begränsningar i ett KNX TP-system för belysningsstyrning.....	32
6	Jämförelse av styrningslösningar för DALI-armaturer .....	33
6.1	Casambi-system .....	34
6.1.1	Dimbar LED.....	35
6.1.2	TW LED-armaturen.....	35
6.1.3	LED-band 12 VDC.....	35
6.1.4	Styrning med sensorer.....	35
6.1.5	Nödbelysningen.....	36
6.1.6	Produkter som krävs för Casambi-systemet .....	37

6.2	DALI-system.....	39
6.3	KNX TP-system .....	40
6.4	System bestående av Casambi, DALI och KNX TP .....	41
6.5	Styrning av armatur med DALI-gränssnitt i industrimiljö.....	43
7	Sammanfattning av styrning för armaturer med DALI-gränssnitt.....	50
8	Styrning av armaturer som inte har DALI-gränssnitt.....	51
8.1	Fasklippning .....	52
8.2	0 – 10 VDC.....	53
9	Faktorer vid val av Casambi som systemlösning.....	55
10	Casambi konkreta fördelar och nackdelar .....	55
10.1	Casambi fördelar gentemot DALI.....	55
10.2	Casambi nackdelar gentemot DALI.....	56
10.3	Casambi fördelar gentemot KNX TP .....	56
10.4	Casambi nackdelar gentemot KNX TP .....	57
11	Sammanfattning.....	57
12	Referenslista för ett Casambi-system .....	59
13	Fortsatta analysmöjligheter och tankar .....	60
14	Referenser .....	61
15	Bilagor.....	Bilaga

## Förkortningar och definitioner

Bluetooth	2,4 GHz trådlös kommunikationsteknik
BLE	Bluetooth Low Energy, energisnål Bluetooth teknik
Casambi	Trådlöst teknologi för belysningsstyrning
DALI	Digital Adressable Lighting Interface, standardiserad digital ljusstyrningsbuss för elektroniska driftdon
EnOcean	Energibesparande trådlös teknik, som använder energi från sin omgivning för att driva respektive enhet
Gateway	En enhetsnod som binder ihop två nätverk som använder sig av olika nätverksprotokoll
iBeacon	Företaget Apple Inc. egna implementering av BLE, används för att lokalt identifiera enheter
LED	Light Emitting Diode, diod som avger ljus
Philips Hue	En trådlös teknik för att styra armaturer, tillverkat av företaget Philips
RGB	Red Green Blue, används för att beskriva att alla färger kan uppnås/fås synligt
TP	Twisted Pair, partvinnat ledarpär
VAC	Växelspänning, spänning som byter polaritet
VDC	Likspänning, spänning som inte byter polaritet
WiFi	Wireless Fidelity, ett trådlöst nätverksprotokoll

# 1 Inledning

Examensarbetets grundläggande idé och syfte är att bevisa vilka fördelar och nackdelar ett system för belysningsstyrning bestående av Casambi-enheter har gentemot system bestående av DALI och KNX TP. Förutom fördelarna och nackdelarna skapas också en referenslista över enheter som krävs för att skapa ett system för belysningsstyrning bestående av Casambi-enheter.

Den stora skillnaden mellan Casambi, DALI och KNX TP är att Casambi använder trådlös kommunikation medan DALI och KNX TP använder trådbunden kommunikation.

Teoretiska delen förklarar varför belysningsstyrning används och behövs, vilka lamptyper som finns och hur armaturer styrs. I teoretiska delen förklaras även hur ett Casambi-, DALI- och KNX TP-system fungerar och byggs upp samt vilka begränsningar respektive system har.

Resultatdelen använder sig av teoretiska delen för att jämföra de olika systemlösningarna för att bevisa vilka fördelar och nackdelar ett Casambi-system har. I resultatdelen ingår också en referenslista på vilka Casambi-enheter som behövs för att skapa ett system för belysningsstyrning bestående av Casambi-enheter.

Examensarbetet är ett helt teoretiskt arbete. Detta betyder att inga system har byggts upp eller testas däremot har vissa praktiska faktorer tagits med i resultatdelen för att göra bästa möjliga analys.

I analysen har dock inte svårighetsgraden av att konfigurera och använda tillhörande mjukvara tagits med eftersom företaget Hangö Elektriska har professionell personal med flera års erfarenhet av tillhörande mjukvara för både DALI och KNX TP.

## 1.1 Målsättning

Målsättning för examensarbetet ur företaget Hangö Elektriskas synvinkel var att få reda på vilka fördelar och nackdelar ett Casambi-system har gentemot ett DALI- och KNX TP-system samt få en referenslista över enheter som behövs vid byggandet av ett Casambi-system.

Målsättningen för mig personligen var att få bättre förståelse över hur man styr armaturer, varför man styr armaturer på de sätt man gör och förstå mig på hur Casambi-, DALI- och KNX TP-system byggs upp och fungerar. Med den erhållna informationen göra en nästintill perfekt analys av teoretiska delen.

## 2 Belysningsstyrning

I takt med att teknologin utvecklas och globala uppvärmningen fortsätter vill människor ha mera flexibilitet och kontrollerbarhet samt energisnålare lösningar för diverse vardagssysslor. Belysningsstyrning har därmed blivit en allt mera efterfrågad och utvecklad teknologi. Exempelvis kan man tänka sig att man glömmer att släcka belysningen i en fastighet och detta går omärkt tills någon anländer till fastigheten vilket kan vara flera dagar senare. Detta skulle ha kunnat undvikas med ett system som sköter belysningsstyrningen, systemet skulle ha släckt belysningen automatiskt då systemet märker att ingen är närvarande inne i fastigheten.

Belysningsstyrning gör både vardagen enklare, smidigare, förlänger livslängden på lamporna och kan spara upp till 20 – 30 % energi enligt företaget Walkia Ab. [1]. Belysningsstyrning gör även annat än förenklar vardagen. En viktig faktor för människan att både kunna använda sin kreativitet, koncentrera sig och orka med vardagen är att man har tillräckligt med ljusstyrka och ett bra ljussken, vilket kan öka produktiviteten med 7% enligt företaget Walkia Ab. [1].

Med ett system som sköter belysningsstyrningen kan man bland annat ställa in vilka lampor som lyser när, hur mycket lamporna lyser med tanke på aktuellt solljus eller övriga faktorer och om lamporna skall lysa om ingen är i närheten. För att få ett system som tänder och släcker lampor vid tillfällen då rörelse upptäcks, reglerar ljusstyrka beroende på aktuellt solljus och/eller varierar ljusstyrkan beroende på klockan eller årstiden används ljus- och närvarodetektorer. Rörelse- och närvarodetektor samt övriga styrkomponenter till belysning finns i dagens läge i de flesta färger, former och storlekar varav varje tillverkare har egna unika egenskaper implementerade i produkterna. [1].



**Figur 1. Ljussensor.**



**Figur 2. Rörelsedetektor.**

[2]. [3].

I samband med teknikens utveckling finns det i dagens läge en mängd olika tillverkare av belysningsstyrningskomponenter och tillbehör. Som en biprodukt har många företag som planerar och installerar projektspecifika lösningar för diverse belysningsstyrningar grundats.

Det som mest skiljer de olika lösningarna och tillverkarna åt är att vissa använder sig av trådlös kommunikation medan andra använder sig av trådbunden kommunikation mellan enheterna i ett belysnings-styrssystem. Vad alla tillverkare och lösningar har gemensamt är att tillverkarna använder sig av mjukvaruprogram för att konfigurera och styra belysningssystemen. [1].

## 2.1 Lamptyper och styrningssätt

För planeringar av belysning och belysningssystem i fastigheter, industrin och utomhus finns en mängd urval av lamptyper för olika ändamål och styrningssätt. Armaturen utgör endast det estetiska och själva lamptypen utgör ljusskenet och effektförbrukningen. Lamptyper som används är olika urladdningslampor, glödlampor, olika LED, lysrör och halogenlampor. [4].

LED-lampor kan man dela in två kategorier, RGB LED som oftast används i form av LED-band och avstämbar vit LED. RGB LED:s syfte är som namnet säger, att kunna återge ett ljussken motsvarandes valfri färg från färgspektrumet. [5].

Avstämbar vit LED, även kallad TW LED, syfte är däremot att återge ett ljussken som motsvarar en färgtemperatur i intervallet 2200 Kelvin – 6000 Kelvin, nämnda färgtemperaturs intervallet motsvarar alla ljussken från solen en människa kan uppleva under en dag. [6].

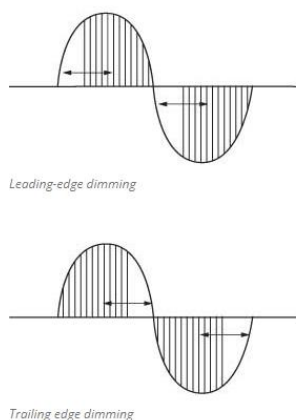
Lamptyper utav urladdningslampor, halogen, lysrör och LED kräver alltid en apparat bestående av elektronikkomponenter som kallas för driftdon. Driftdonets uppgift varierar beroende på lamptyp men kan vara att sänka fastighetens fasspänning (230 VAC) till krävd matningsspänning för lamptypen. Driftdonets uppgift kan också vara att tillhandahålla en konstant ström för lampan eller höja matningsspänningen. [7].

Det finns lampvarianter av urladdningslampor, halogenlampor, lysrör och LED:s som är konstruerade för att ha en matningsspänning på 230 VAC men har oberoende ett driftdon som skyddar lamporna mot bland annat spänningsspikar och begränsar strömmen.

Driftdon konstruerad för respektive lamptyp följer med vid köp av en armatur. Lampa och driftdon kan även köpas skilt. I driftdon integreras även styrningssätt för den lamptyp driftdonet är konstruerat för. [8].

För dimning av olika lamptyper och ändring av färgtemperaturen hos LED finns tre standarder som används inom belysningsindustrin, två analoga och en digital standard. Analoga standarden som används mera är att man använder en styrsänkning på 0–10 VDC. Om styrdonet får en styrningsspänning på 0 VDC skall lampan vara avstängd eller ha lägsta möjliga färgtemperatur och vid en styrsänkning på 10 VDC skall lampan lysa maximalt eller ha högsta möjliga färgtemperatur.

Den mindre använda analoga standarden är att man använder sig av fasskärning/fassklippning som innebär att man skär/klipper bort en del av fasen. Fasskärningen/fassklippningen kan delas in i två kategorier. Den första kategorien är att man klipper bort 1 - 100 % av matningsspänningens stigande del av sinusvåg. Den andra kategorien är identisk förutom att man klipper/skär bort matningsspänningens fallande del av sinusvågen. Genom att klippa/skära bort 1 - 100 % av matningsspänningen kommer lampan som dimmas/regleras att få ett lägre värde på totala mottagna effekten. Fasskärning/klippning av matningsspänningens stigande del kallas även för framkants tekniken och fasskärning/klippning av matningsspänningens fallande del kallas även för bakkants tekniken.



**Figur 3. Fasskärning/klippning.**

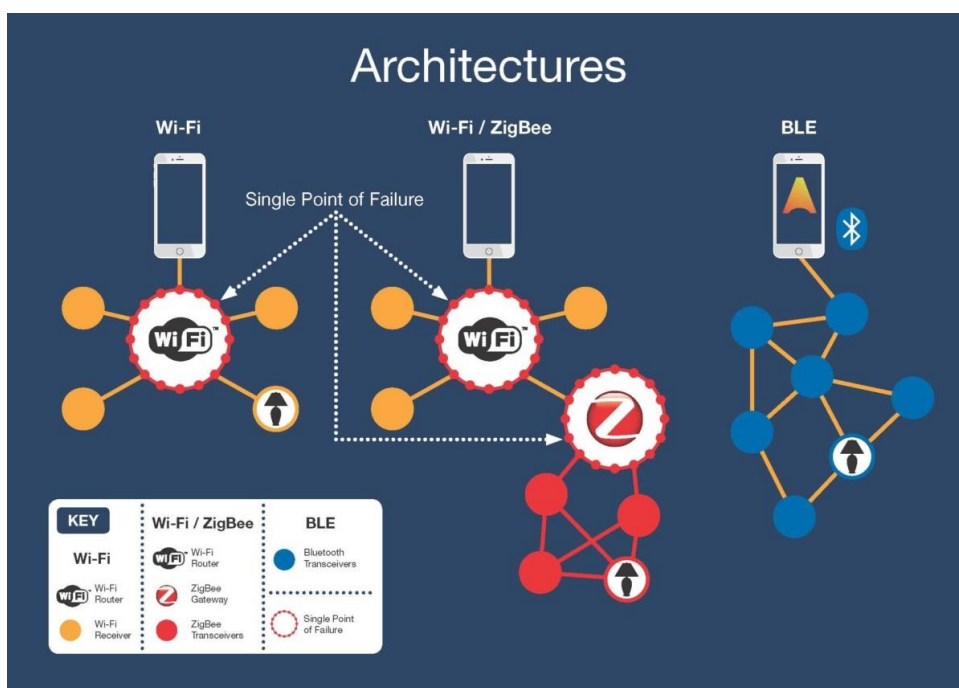
Det digitala sättet att styra lampor på heter DALI, som är en standard inom belysningsindustrin. Standarden DALI är i dagens läge integrerad i de flesta driftdon som är konstruerade för dimning och styrning av lampor för industriellt bruk. Fast DALI är digitalt är styrningsspänningen till ett DALI-driftdon 9 – 22,5 VDC. Det som gör DALI digitalt är att 9 – 22,5 VDC ändras om till digitala bitar och man kan via ett mjukvaruprogram, konstruerat för DALI-system, exempelvis ställa in att en armatur skall lysa med exakt 25 % ljusstyrka. [9].

### 3 Casambi

Företaget Casambi Technologies Oy har skapat en trådlös lösning inom belysningsstyrning som företaget har döpt till Casambi. Casambi marknadsförs för att vara ett robust, flexibelt och enkelt system för belysningsstyrning, som skall göra det enklast möjligast för användarna att använda och för montörerna att konfigurera och installera. Casambi skiljer sig från andra aktörer inom belysningsindustrin genom att Casambi-produkter fungerar med alla armaturer som finns, har ett eget ekosystem av produkter och stöder de vanligaste standarderna inom belysningsstyrning. Standarderna som stöds av Casambi är Bluetooth, iOS och Android enheter, DALI, EnOcean, iBeacon, Philips Hue, dimning genom fasskärning/fasklippning och 0/1 – 10 VDC styrning. [10].

Som nämnt är Casambi en trådlös lösning där enheterna i ett system av Casambi-enheter bildar ett mesh-nätverk. [11] Ett mesh-nätverk är ett nätverk där alla enheter i nätverket kan kommunicera med varandra utan att skicka data via en huvudenhet exempelvis utan att skicka data via en WiFi-router, som i traditionella fastighets nätverk. [12].

Utelämnandet av en huvudenhet eliminerar problemet som en huvudenhet medför. Ifall en huvudenhet används och går sönder kommer systemet att sluta fungera men eftersom Casambi-system använder sig av mesh-nätverk fungerar alla enheter som en huvudenhet och alla enheter har den senaste konfigurerade programvaran i sig. I ett Casambi-system om en enhet går sönder kommer de övriga enheterna ostört att fungera som de ska förutsatt att alla enheter fortfarande får kontakt med varandra. [11].



**Figur 4. Arkitektur på belysningsstyrningssystem.**

[13].

För att kunna skapa ett system bestående av Casambi-enheter måste man ha Casambi-ready klassade enheter och produkter, en enhet/produkt blir klassad som Casambi-ready då enheten har de grundkomponenter som krävs av företaget Casambi Technologies Oy. Med grundkomponenter menas processor, RAM-minne, flash-minne, radiovågssändare, radiovågsmottagare, mikrokontroller enhet och fasta programvaran.

Vid övriga system där man använder produkter från olika tillverkare kommer enheterna ha olika grundkomponenter, vilket leder till att enheterna kommer att ha olika kommunikationsfrekvenser, stöder och icke stöder olika funktioner samt ha variationer i prestandan. Detta medför även begränsningar i systemet eftersom enheterna kommer endast kunna kommunicera med den radiofrekvensen som alla enheter kan använda, använda endast de funktioner som alla enheter stöder vilket utesluter tillverkarspecifika

funktioner. Systemets prestanda i form av mjukvara kommer att fungera enligt den minst uppdaterade enheten och enheterna kommer även vara olika snabba vilket i sig själv kan innebära problem. Dessutom i ett system av enheter från olika tillverkare är det nästintill omöjligt att hitta mjukvarufel, det är en väldigt komplicerad och tidskrävande process att ta reda på vilken enhet som antingen har skickat fel signaler eller tolkat mottagna signaler fel. De olika enheternas grundkomponenter kommer även försvåra uppdateringar då alla enheter i nätverket skall uppdateras samtidigt eftersom enheterna stöder olika funktioner, har olika fasta programvaran och inte har identiska lagringskapaciteter, vid en uppdatering kan exempelvis en enhets lagringskapacitet vara använd till 100 % eller så kan mjukvara vara för gammal på vissa enheter för att enheten skall kunna uppdateras till den nya mjukvaran.

Det som gör Casambis enheter så unika är att oberoende från vilken tillverkare man köper en Casambi-ready enhet består den av samma grundkomponenter, vilket medför att det inte finns begränsningar från tillverkaren eller i prestanda. Med ett mesh-nätverk av Casambi-ready enheter stöder alla enheter samma funktioner, alla enheter fungerar med samma radiofrekvenser och alla enheter är lika snabba. Detta möjliggör att man utan komplikationer kan uppdatera alla enheter i ett nätverk och att alla enheter kommer kommunicera och fungera med varandra utan problem, sammanfattningsvis existerar inte kompatibilitetsproblem.

Kommunikationen mellan Casambi-enheter fungerar med Bluetooth Low Energy. [11].

Konfigureringen av ett nätverk bestående av Casambi-ready enheter görs i företagets Casambi Technologies Oy egenutvecklade mjukvara, Casambi applikationen som kan laddas ner från Google play eller IOS app store. [10].

### **3.1 Bluetooth Low Energy teknologi**

Bluetooth Low Energy, BLE, är en standard inom dataöverföringsteknologi som är en utvecklad version av standarden Bluetooth Classic. Bluetooth är en trådlös dataöverföringsteknologi och som namnet säger skapades BLE teknologin för att kunna användas i apparater och enheter som har strömkällor med låg strömkapacitet, teknologin använder väldigt lite energi för att trådlöst skicka och ta emot data.

BLE teknologin använder sig av frekvensen 2402–2480 MHz med ett intervall på 2 MHz, det betyder att BLE teknologin har 40 kanaler varav 37 kanaler används för dataöverföring. BLE standarden kan överföra data vid frekvenserna nämnda med en snabbhet på 125 Kb/s, 500 Kb/s, 1 Mb/s och 2 Mb/s.

BLE teknologin kan överföra data i nätverk i form av mesh-nätverk, sändning till alla enheter i nätverket från en enhet (broadcast) och från en enhet till en annan enhet (Point to Point). BLE teknologin har även positioneringsfunktioner som kan användas för att bestämma och visa avstånd eller bestämma hur långt ifrån en enhet är från en annan. [14].

Med BLE teknologin skall två enheter teoretiskt kunna kommunicera med varandra på ett avstånd upp till 100 meter och har en strömförbrukning på 0,01–0,5 W som beror på hur mycket data som skickas och tas emot. [15].

## **3.2 Företaget Casambi Technologies Oy egna produkter**

Företaget Casambi Technologies Oy har skapat deras egna produkter som kan med en viss begränsning lösa alla tänkbara problem inom belysningsstyrning. Olika tillverkare har sedan skapat egna varianter av Casambiföretagets produkter med förbättrade egenskaper för att eliminera begränsningarna exempelvis högre IP-klass eller större strömtålighet.

### **3.2.1 CBU-A2D**

CBU-A2D är en enhet tillverkad av företaget Casambi Technologies Oy. Enheten är kontrollerbar via Bluetooth samt har två utgångskanaler och en ingångskanal. CBU-A2D ingångskanal används för att ansluta matningsspänningen till enheten som kan vara mellan 100 - 277 VAC.



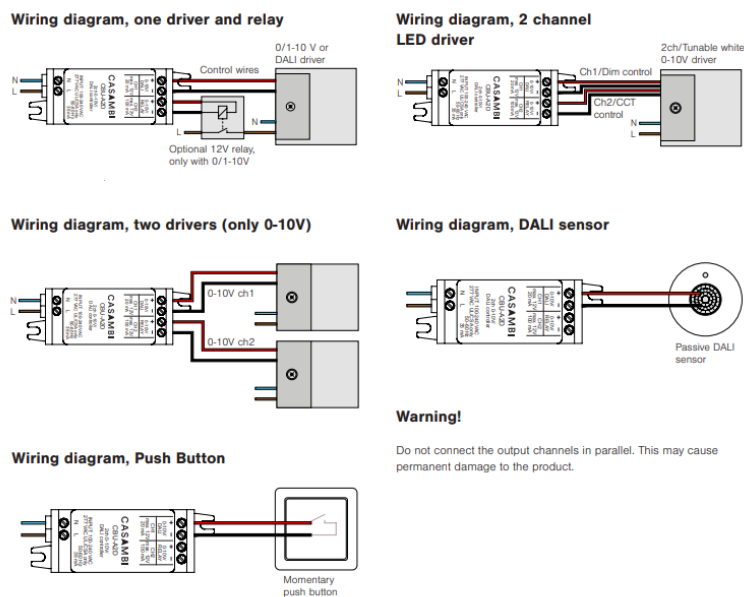
**Figur 5. CBU-A2D.**

[16].

Med utgångskanalerna kan man antingen styra två skilda 0/1–10 VDC LED driftdon eller koppla båda kanalerna till ett inställbart LED driftdon med två 0/1–10 VDC kanaler, där CBU-A2D första kanal kan användas för att styra armaturens dimningsnivå och andra kanalen för att styra armaturens färgtemperatur.

CBU-A2D utgångskanal 1 kan även användas för att styra en DALI-sensor, DALI-driftdon eller ta emot driftläges ändring från en tryckknapp. CBU-A2D utgångskanal 2 kan användas för att tillhandahålla styrningsspänningen till ett relä. Ifall CBU-A2D skall styra DALI-produkter måste enheten konfigureras till DALI-läge, i DALI-läge är utgångskanal 1 spänning 9 - 12 VDC.

Produkten kan användas i alla länder tack vare produktens breda matningsspännings intervall och kan användas till att antingen styra en eller två 0 – 10 VDC LED-driftdon eller för att styra DALI-produkter samt styra ett relä.



**Figur 6. Exempel på användningssätt av CBU-A2D.**

[17].

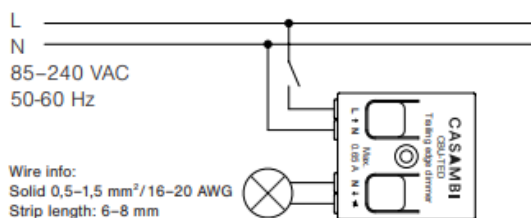
### 3.2.2 CBU-TED

CBU-TED är en enhet tillverkad av företaget Casambi Technologies Oy. CBU-TED är en Bluetooth kontrollerbar dimmerenhet som dimmar lampor med tekniken kallad bakkantsdimning. CBU-TED matningsspänning kan vara mellan intervallet 85–240 VAC.



**Figur 7. CBU-TED.**

CBU-TED kan dimma alla dimbara armaturer som exempelvis glödlampor och dimbara LED lampor. CBU-TED har en ingångskanal som matningsspänningen kopplas till och en utgångskanal där armaturen / armaturerna skall kopplas till enheten.

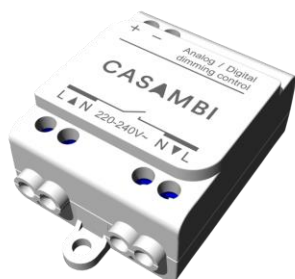


**Figur 8. Kopplingsätt för CBU-TED.**

[18].

### 3.2.3 CBU-ASD

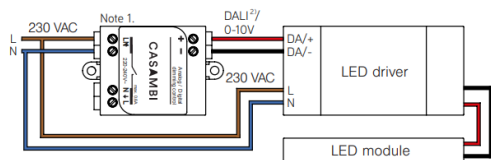
CBU-ASD är en enhet tillverkad av företaget Casambi Technologies Oy. CBU-ASD är en Bluetooth kontrollerbar enhet som har en ingångskanal för matningsspänning, en utgångskanal för 0 – 10 VDC och en utgångskanal för matningsspänningen som kan vara mellan 220 – 240 VAC.



**Figur 9. CBU-ASD.**

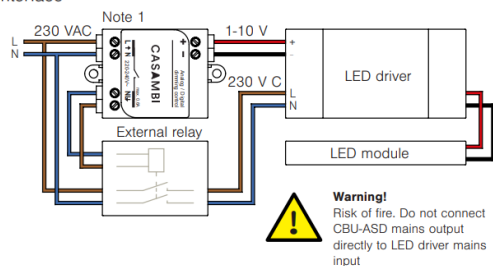
Utgångskanalen kan användas för att dimma en armatur med 0 – 10 VDC styrning eller konfigureras att vara i DALI-läge för att styra enheter som har ett DALI-gränssnitt. Exempelvis ett LED-driftdon med DALI-gränssnitt. CBU-ASD stora fördel när enheten är konfigurerad i DALI-läge är att enheten fungerar som spänningskälla för DALI-gränssnittet och som en kontroller för DALI-gränssnittet. I DALI-läge är spänningen 9 – 12 VDC.

Utgångskanalen som klarar av matningsspänningen kan användas för att koppla vidare matningsspänningen eller för att styra ett relä. Utgångskanalens strömbegränsning på 0,65 A får dock ej överskridas, vilket gör att utgångens syfte är mera lämpligt för styrning av ett 220 – 240 VAC relä.



### Wiring diagram, 1-10V drivers powered through external relay

Suitable for drivers that cannot be switched off via control interface



Figur 10. Exempel på kopplingsätt med CBU-ASD.

[19].

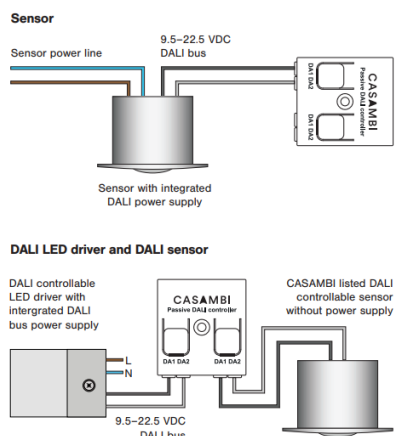
### 3.2.4 CBU-DCS

CBU-DCS är en enhet tillverkad av företaget Casambi Technologies Oy. Enheten är kontrollerbar via Bluetooth och fungerar som en passiv DALI-kontroller. Enhetens syfte är att kunna bli inkopplad på ett DALI-nätverk och ta emot signaler från ett DALI-nätverk, exempelvis från en DALI-rörelsedetektor.



Figur 11. CBU-DCS.

CBU-DCS har ingen egen matningskanal utan får sin matningsspänning från DALI-nätverket den är inkopplad på och har därmed endast två kanaler som används för att kunna koppla in enheten på en DALI-nätverket, båda kanalerna behöver dock inte användas. Enheten kan även konfigureras som en Casambi/DALI-gateway.



**Figur 12. Exempel på kopplingsätt.**

[20].

### 3.2.5 CBU-PWM4

CBU-PWM4 är en enhet tillverkad av företaget Casambi Technologies Oy. CBU-PWM4 är en Bluetooth kontrollerbar enhet som har en ingångskanal för matningsspänning, som får variera i intervallet 12 - 24 VDC. Enheten har fem utgångskanaler varav ena utgångskanal fungerar som gemensam positiv polaritet för armaturerna som skall styras med enheten och de övriga fyra kanalerna fungerar som negativ polaritet för de armaturer som skall styras med enheten. Utgångskanalen med positiv polaritet har samma spänning som matningsspänningen.

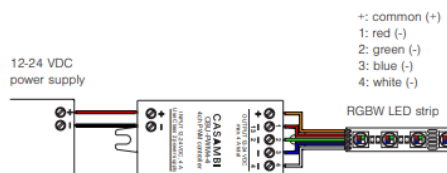


**Figur 13. CBU-PWM4.**

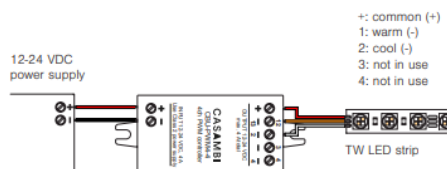
Utgångskanalerna fungerar alla med tekniken PWM (pulsbreddsmodulering).

Enhetens syfte är att kontrollera laster som kräver konstant spänning, exempelvis LED-armaturer. Utgångskanalerna kan exempelvis användas för att styra fyra olika LED-armaturer på och av, styra två olika LED-armaturers färgtemperaturer eller styra en LED-armatur i alla tänkbara färger.

### Wiring diagram, RGBW



### Wiring diagram, tunable white



### Wiring diagram, 1-4 separate channels



Figur 14. Exempel på kopplingsätt.

[21].

### 3.2.6 Casambi Xpress

Casambiföretagets enhet Casambi Xpress är ett trådlöst användargränssnitt som fungerar som en vanlig tryckknapp. Tryckknappen är konfigurerbar via Casambi-applikationen och har fyra programmerbara knappar man kan konfigurera fritt. Exempelvis att knappen märkt "1" styr en armatur, knappen märkt "2" styr hela armaturgruppen och knappen märkt "3" styr armaturgruppens scen.

Enheten har även färdigkonfigurerade knappar märkta pil uppåt, pil neråt, + och -, som man inte kan omprogrammera. Knapparna märkta med pil uppåt och neråt styr armaturgruppens färgtemperatur medan knapparna märkta med + och - styr armaturgruppens dimning. Enhetens syfte är att man skall kunna styra en armatur och armaturens tillhörande grupp på flera sätt med en tryckknapp utan att behöva dra kablar till enheten som är batteridrivna.



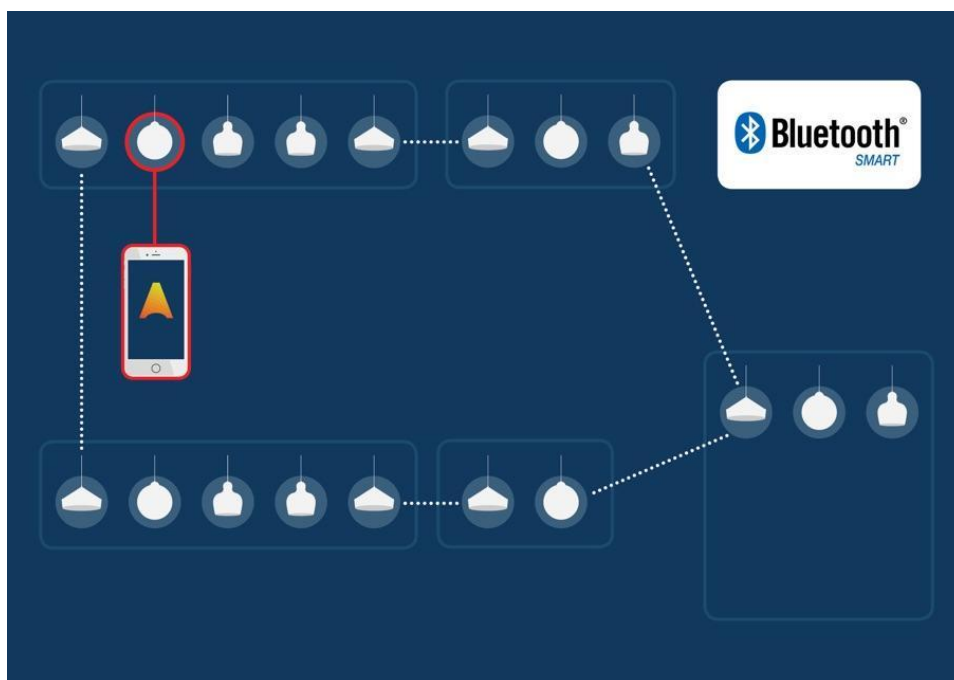
**Figur 15. Casambi Xpress.**

[22].

### 3.3 Casambi-applikationen

I Casambi-applikationen görs allting angående Casambi-systemet, konfigurering och programmering av tryckknappar, sensorer och övriga Casambi-ready enheter. Casambi-applikationen fungerar också som användargränssnitt för Casambi-system.

När alla enheter i ett system är monterade kan Casambi-applikationen öppnas och alla enheter som är inom BLE:s räckvidd, i relation till övriga Casambi-ready enheter och enheten som har Casambi-applikationen öppen, kommer att synas i applikationen. I detta skede kan man skapa systemet och para ihop enheterna som syns i Casambi-applikationen med det nätverket man vill att en enhet skall tillhöra. [23].



**Figur 16. Anslutning till Casambi-system.**

[24].

När enheterna tillhör ett nätverk kan man dela in armaturerna i grupper via de enheter som styr armaturerna. Armaturerna kan delas in i olika grupper för att möjliggöra styrning av flera armaturer samtidigt och för att kunna skapa scener. Styrningen av armaturerna fungerar när enheten som är kopplad till en armatur tillhör ett nätverk och är konfigurerad att styra respektive armatur.

När systemet är konfigurerat och skall användas för att exempelvis stänga av och dimma armaturer kan man göra styrningen och dimningen via Casambi-applikationen. Casambi-applikationen kan även användas som en portgång, på engelska gateway, för att styra systemet från ett avstånd som är utanför kommunikationsprotokollet BLE räckvidd.

När Casambi-system är skapat kan man dela ut rättigheter för styrning och användning av systemet. Rättigheterna finns som tre skilda nivåer, nivåerna är administratör, chef och användare. Med administratörrättigheten har man full kontroll angående systemet och kan utdela rättigheter till flera enheter samt lösenordskydda systemet. Med chefrättigheten har man kontroll att ändra allting i systemet men kan inte dela ut rättigheter till övriga enheter. Med användare rättigheten kan man endast styra armaturerna i systemet. Mobiltelefonen eller enheten som skapat systemet får automatiskt administratörrättigheten.

För enheter med Casambi-applikationen som skall användas enbart som användargränssnittet tilldelas användarrättigheten.

För att skapa ett snyggare och enklare sätt att använda gränssnittet finns det i Casambi-applikationen en galleriflik, i gallerifliken kan man lägga till bilder av fastigheten man styr med användargränssnittet och i bilden/bilderna markera var det finns en armatur vartefter armaturen kan styras genom att bli på klickad i bilden. [23].

### **3.4 Casambi Cloud API**

Casambi Cloud API är en molnbaserad lösning skapad av företaget Casambi Technologies Oy. Med Casambi Cloud API kan man kontrollera enheternas status i Casambi-nätverken exempelvis vilka armaturer som är på och armaturernas dimningsnivå. Man kan också

kontrollera sensorernas data, armaturernas data och användningsdata samt fjärrstyrning av Casambi-nätverken, via en PC. [25].

Ur en Casambi-ready enhet kan man via Casambi Cloud API avläsa bland annat

- Dimningsnivå
- CCT nivå
- Aktuellt lux-värde
- Enhetens temperatur
- Batterinivå
- Överhettningssindikation.

Det vill säga all aktuell status angående en Casambi-ready enhet.

Styr Casambi-ready enheten en armatur med ett DALI-gränssnitt kan man även avläsa via Casambi Cloud API all data man kan få ur ett DALI-gränssnittet, vilka är listade under rubrik 4.1 och 4.3. [26].

Casambi Cloud API är i skrivande stund fortfarande en ny tjänst som släpptes i april år 2020 och har därmed begränsade styrnings- och konfigurationsfunktioner. Man kan dimma, tända och släcka lampor men inte ändra på nätverkskonfigurationer och är väldigt begränsat till vilka armaturstyrande konfigurationer som kan ändras. [27].

Casambi Cloud API är gratis i skrivande stund men enligt företaget Casambi Technologies Oy kommer Casambi Cloud API att börja kosta från och med sommaren 2022. [28].

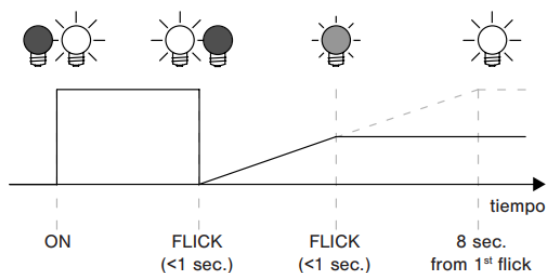
### **3.5 Casambi smart switching**

Casambi-teknologin har implementerat en funktion i form av smart switching.

Smart switching funktionen möjliggör att Casambi-ready enheter som får sin matningsspänning från en fas (230 VAC), exempelvis CBU-TED men inte CBU-PWM4, kan bland annat dimma en armatur eller aktivera en scen. Dimningen eller aktiveringen av en scen sker via kommandon från en vanlig 1-polig strömbrytare, sensor som fungerar som en

brytare eller liknande produkt som kan bryta och tillsluta Casambi-ready enhetens matningsspänning. Kommandot som erhålls av Casambi-ready enheten är att matningsspänningen bryts och tillsluts. Se figur 17. Konfigurationen görs i Casambi-applikationen. [29].

### Dimming without app



1. Turn lights on from a wall switch.
2. Quickly flick the wall switch off (max. 1 sec.) and back on. The light level starts to increase gradually.
3. Flick the switch again at desired dim level. The selected level is saved automatically.
4. If the second flick is not done within 8 sec. the light intensity reaches its maximum level.
5. Flicking the switch can also be used to switch between predefined scenes.

Figur 17. Smart switching. [19].

## 3.6 Casambi stöd för iBeacon

Casambi stöder företaget Apple Inc. mjukvaruprogram iBeacon som använder sig av BLE för att lokalisera andra enheter som använder sig av BLE exempelvis mobiltelefoner.

Att Casambi stöder iBeacon betyder i praktiken det att varje Casambi-ready enhet kan sända och ta emot iBeacon signaler. Detta betyder att ifall man har armaturer som styrs med Casambi kan man exempelvis räkna hur många personer som gått in i ett rum och hur många som gått ut, förutsatt att alla har en mobiltelefon med ett installerat program som stöder iBeacon. Ett annat praktiskt exempel är om man har Casambi-styrda armaturer i ett museum, kan Casambi-enheten känna av att en person står framför ett konstverk via personens iBeacon i hans mobiltelefon och därmed automatiskt justera armaturens ljusintensitet för att framhäva konstverket bättre och spara på energikostnaden. [30].

### 3.7 Casambi stöd för EnOcean

Tack vare att Casambi stöder EnOcean finns det EnOcean strömbrytare/dimmers som är Casambi-ready enheter. EnOcean strömbrytare/dimmers är produkter som använder sig av energin från strömbrytarens/dimmerns lägesförändring för att skicka signaler.

EnOcean strömbrytare/dimmers fungerar därmed utan att vara vare sig batteridrivna eller vara kopplade till nätspänningen. Resultatet av EnOceans självförsörjande strömbrytare och dimmers är att man sparar på material och elmontörens tid att koppla strömbrytaren/dimmern. Dimmern/strömbrytaren behöver endast skruvas fast på väggen. [31].

### 3.8 Begränsningar i ett Casambi-system

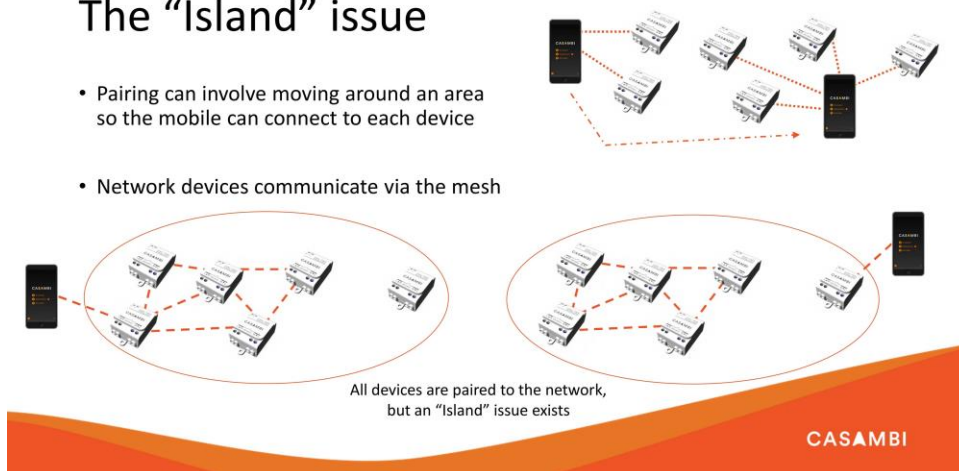
Begränsningar i ett system av Casambi-enheter består av den trådlösa kommunikationen mellan enheterna samt antal enheter i ett nätverk. Antal enheter i ett nätverk får inte överstiga 250, ifall flera enheter används i ett system går det att fixa genom att skapa fler nätverk.

Enligt manualerna på Casambi-enheter ska enheterna inomhus kunna kommunicera på ett avstånd upp till 30 m, men detta beror mycket på byggnadsmaterial i fastigheten där enheterna ska användas och enheternas omgivning. Enheterna får åtminstone inte installeras i metalhöljen och för att försäkra avståndet måste man i varje installation testa hur långt enheterna kan vara ifrån varandra. För att förbättra avståndet mellan två enheter kan man mellan de två enheterna lägga in en tredje enhet vars uppgift blir att endast förmedla vidare de mottagna signalerna, endast koppla matningsspänning till enheten.

Då man har enheter för långt ifrån varandra kan ett så kallat ö-problem uppstå vilket demonstreras i figur 18, ö-problemet kan även uppstå då en Casambi-ready enhet går sönder. [17].

## The “Island” issue

- Pairing can involve moving around an area so the mobile can connect to each device
- Network devices communicate via the mesh



Figur 18. Ö-problemet vid Casambi-system.

[32].

## 4 DALI

DALI, Digital Adressable Lighting Interface, är en standard inom belysningsindustrin som skapades år 1990 av International Electrotechnical Commission och Digital Illumination Interface Alliance. [33]. Före DALI var uppfunnet kunde man endast styra armaturer via styrspänning på 0 – 10 VDC och fasklippning, beskrivet under rubrik 2.1, som eliminerar möjligheten för avancerade funktioner. Avancerade funktioner hänvisar till att skapa egna scener med armaturer, dynamiskt omgruppera armaturgrupper och dynamiskt kunna ändra vilken/vilka sensor(er)/tryckknapp(ar) som styr vilken/vilka armatur(er), utan att koppla om kablar. Därmed skapades DALI för att möjliggöra styrning av armaturer på ett smidigare sätt och för att lägga till funktioner till belysningsstyrnings industrin. [34].

DALI är en kabelbunden lösning som kopplas i form av en buss och kräver två ledare, både matningsspänningen och data skickas över samma två ledare i ett DALI-system. Spänningen som skickas över de två ledarna, bussen, för att förmedla data mellan enheterna skickas i differentiellt läge, vilket betyder att spänningsskillnaden i ledarna är i förhållande till varandra och inte gentemot jord (0 V). Att spänningsskillnaden är i differentiellt läge betyder att exempelvis om en störning induceras i ledarna kommer spänningsskillnad mellan ledarna fortsatt att vara samma oberoende störningen. Detta medför även att bussen i ett DALI-system inte behöver vara skyddad utan kan inkluderas i armaturernas

matningskablar, genom att använda matningskablar med två extra ledare. Spänningsskillnaden i en DALI-buss varierar mellan 9,5 – 22,5 VDC.

Datat som skickas via en DALI-buss kan skickas båda vägarna. Förutom att skicka kommandon till armaturer, att armaturerna exempelvis skall dimmas till 50 % av total ljusstyrka, kan även armaturerna skicka meddelanden tillbaka till systemets användare. Exempelvis kan systemets användare via ett mjukvaruprogram skapat för DALI, fråga av en armatur vad armaturens aktuella dimningsnivå är eller få reda på om en armatur är sönder och kräver underhåll. DALI har således ett tvåvägskommunikationsprotokoll och återkopplingsmöjligheter. [35].

#### **4.1 DALI-2**

Tack vare att DALI skapades till en standard är DALI-certifierade produkter, produkter med DALI logo på sig, och skall följa samma riktlinjer. Riktlinjerna som produkter måste följa för att kunna bli DALI-certifierade är enligt standarden IEC 62386. [36].

För att en produkt före DALI-2 skulle bli DALI-certifierad krävdes att produkten skulle genomgå tester. Testresultaten behövdes dock inte verifieras av Digital Illumination Interface Alliance föreningen eller övrig förening utan byggde på självdeklaration. Självdeklarationen ledde till att produkter på marknaden hade kompatibilitetsproblem och vid olika projekt blev man tvungen att byta ut DALI-produkter som inte fungerade ihop. Som lösning på kompatibilitetsproblemet skapades DALI-2-certifieringen som kräver att produktens testresultat granskas av Digital Illumination Interface Alliance föreningen. För DALI-2-certifieringen finns utöver de obligatoriska funktionerna även valfria funktioner, tillagda av Digital Illumination Interface Alliance föreningen, som en produkt kan bli certifierad för att inneha. [37].

Valfria funktioner produkttillverkare kan lägga till och få certifiering för är data angående LED-armaturer. Datat som kan läggas till kan delas in i tre kategorier, vilka är armatur data, energi data, diagnostik data. Om en LED-armatur är DALI-2-certifierad och har certifiering för att inneha armatur data kan man avläsa ur armaturen följande info:

- Krävd matningsspänning
  
- Krävd matningsström

- Ljuseffekten
- Ljusfördelningen
- Färgtemperaturen
- Armaturfärg.

Om en LED-armatur är DALI-2-certifierad och har certifiering för att inneha energi data kan man avläsa ur armaturen i real tid följande info:

- Aktiv effekt
- Skenbar effekt
- Lasteffekt.

Om en LED-armatur är DALI-2-certifierad och har certifiering för att inneha diagnostik data kan man avläsa ur armaturen i real tid följande info:

- Söndrig lampa eller driftdon
- Information angående driftdonet som drifttid, antalet tändningar, matningsspänning, frekvens, effektfaktor, temperatur och utström
- Information angående lampan som driftspänning, driftström, temperaturen, antalet tändningar och total drifttid. [38].

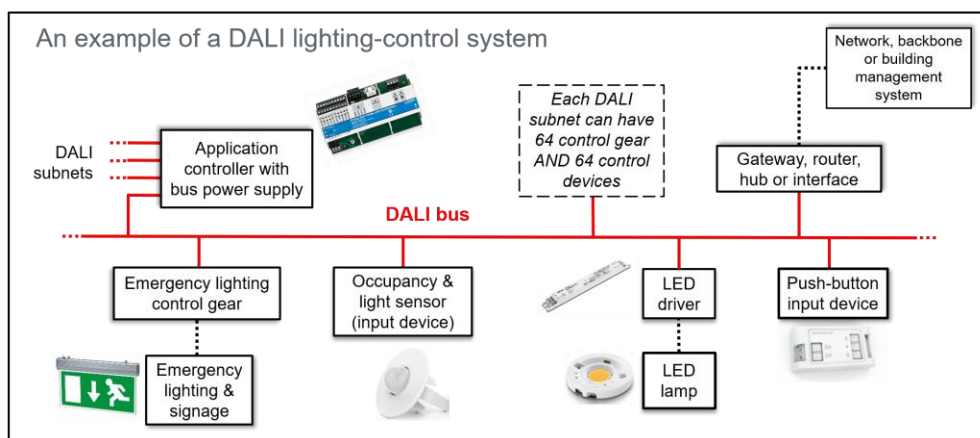
## **4.2 Uppbyggnad av ett DALI-system**

För att bygga upp ett DALI-system bestående av DALI-nätverk krävs en strömkälla per nätverk. Strömkällan säkerställer att bussspänningen är i normalt läge ungefär 16 V och att det finns tillräckligt med ström i nätverket för alla enheter. Vanligtvis har en strömkälla för DALI-nätverk en strömkapacitet på 250 mA.

Förutom en strömkälla krävs också alltid en applikationskontroller som är nätverkets huvudenhet. Applikationskontrollern är enheten som programmeras med inställningarna och konfigurationerna man vill implementera i nätverket. När applikationskontrollern är programmerad med önskvärda inställningar och konfigurationer, skickar

applikationskontrollern kommandon/styr signaler till enheter i nätverket beroendes på inställningarna och informationen som erhålls från diverse givaren, tryckknappar, driftdon och övriga enheter som finns i nätverket. Styrningskommandon till armaturerna, exempelvis dimning kommandon, mottages och behandlas av driftdonen i respektive armatur. Driftdonen kan endast tolka styrningskommandona samt skicka info tillbaka till applikationskontrollern om driftdonet har ett integrerat DALI-gränssnitt i ett DALI-nätverk.

I ett bra fungerande system för belysningsstyrning krävs inmatningsenheter i form av tryckknapp(ar) och/eller givaren. Även inmatningsenheterna skall ha ett integrerat DALI-gränssnitt för att kunna tolka och skicka kommandon samt kunna bli specifikt identifierade i nätverket med en egen adress.



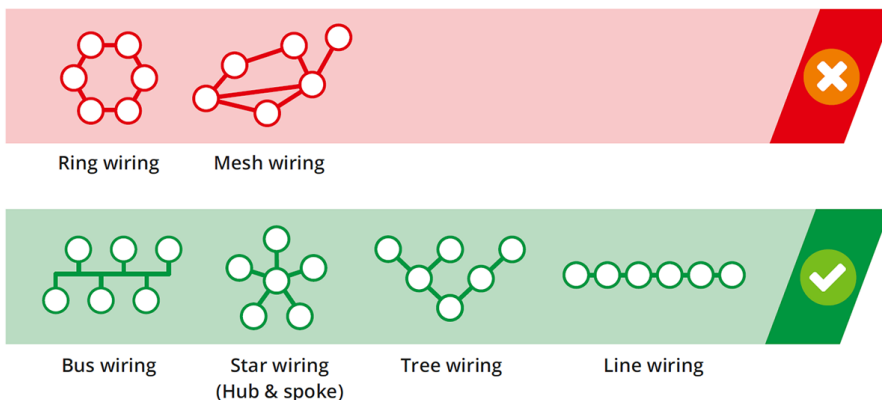
**Figur 19. Exempel på ett DALI-system.**

[39].

Själva programmeringen görs i mjukvaruprogram utvecklade av diverse tillverkare av applikationskontroller, exempelvis företaget Helvar tillverkar applikationskontroller och har ett eget utvecklat mjukvaruprogram för att konfigurera DALI-system. [40].

DALI-enheterna i ett DALI-nätverk får kopplas relativt fritt men inte som ett mesh-nätverk eller som en ring.

## DALI WIRING TOPOLOGIES



**Figur 20. DALI-topologier.**

[41].

### 4.3 Styrkor och egenskaper med DALI

DALI styrkor och egenskaper som gör en systemlösning bestående av DALI-nätverk attraktiv är DALI breda omfattning, funktioner och data som kan tillhöra en armatur och DALI funktioner gällande nödbelysning.

Med DALI breda omfattning menas att DALI är den mest använda standarden inom belysnings industrin för styrning av armaturer. Detta gör att DALI nästan alltid finns med som en del av ett system för belysningsstyrning samt att de flesta armaturer och belysningstillhörande produkter som tillverkas har ett DALI-gränssnitt.

DALI-systemens funktionsegenskaper som utgör en del av DALI styrka är funktionerna som har implementerats i DALI-2 standarden gällande driftdon, vilka är följande:

- Termiskt skydd för driftdonet
- Termiskt skydd för lampan
- Valmöjlighet av dimning kurva
- Avlastnings möjlighet för att inte överskrida toppefterfrågan, load shedding
- Armaturen skall fungera med DC spänning vid nödsituationer, gäller dock endast nödbelysning

– Last referens för lampan.

De ovannämnda funktionerna krävs för att en armatur skall bli DALI-2-certifierad. [42].

Beroende på i vilket land man befinner sig i finns olika lagstadgade krav för nödbelysningen. Kraven för nödbelysningen i majoriteten av alla länder består av två tester av nödbelysningens externa matningskälla. Testerna skall säkerställa att den externa matningskällan fungerar och att den fungerar tillräckligt länge, exempelvis klarar av att hålla nödbelysningsarmaturen lysandes i 3h vid ett strömavbrott. Test av nödbelysningars externa matningskällor har implementerats i DALI-standarden genom att man kan skapa automatiska tester som görs med ett inställbart intervall eller manuellt utförs via DALI-mjukvaruprogram. [43].

#### **4.4 Begränsningar i ett DALI-system**

Begränsningar i ett DALI-system består av antal enheter per nätverk, antal grupper per nätverk, stödda funktioner mellan olika tillverkare, maximal kabellängd och enheter som har ett integrerat DALI-gränssnitt.

Antalet enheter i ett DALI-2 nätverk får maximalt vara 128 varav maximalt 64 får vara armaturer och antalet övriga enheter, inmatningsenheter och applikationskontrollerna, får maximalt vara 64. Orsaken till begränsningen är att DALI-2 mjukvaruprogrammen endast har 64 adresser att dela ut för armaturer och 64 adresser för övriga enheter per nätverk. Flera enheter kan oberoende användas i ett system men i en byggnad med fler än exempelvis 64 armaturer måste systemet bestå av flera nätverk. [39].

Maximala antalet grupper som kan skapas per nätverk är 16. [44].

På grund av att DALI-standarden uppdateras kontinuerligt och det finns valfria funktioner varje tillverkare kan välja att lägga till eller lämna bort finns det produkter som inte stöder varandras funktioner, beskrivet under rubrik 4.1, eller stöder nyaste standarden. Ett exempel är att se på figur 21 på företaget Helvar routers varav router 920 inte är kompatibel med DALI-2 styrenheter medan router 950 är.



### 950 Router

- Produktfamilj: **Imagine**
- DALI-2 Multi-master Application Controller (950 - Kompatibel med DigiDim styrenheter, DALI-2 drivers samt DALI-2 styrenheter)
- Nätverk: Ethernet, DALI (DALI-2 Lighting and Controls)
- Integrering i byggnadssystem
- Kan användas i nätverk för större system
- Inbyggd klocka i realtid

#### Datablad

#### NEDLADDNINGAR OCH LÄNKAR

TEKNISKT

ANSLUTNINGAR

FUNKTIONER

- [Datablad](#)
- [Bruksanvisning](#)
- [Installationsanteckningar](#)
- [EC-förklaring om överensstämmelse](#)
- [Belysningssystemkatalog](#)



### 920 Router

- Produktfamilj: **Imagine**
- DALI-2 Single-master Application Controller (905/910/920 - Kompatibel med DigiDim styrenheter, DALI-2 drivers men INTE DALI-2 styrenheter)
- Nätverk: Ethernet, DALI (No DALI-2 Controls), DMX, S-DIM
- Integrering i byggnadssystem
- Kan användas i nätverk för större system
- Allmän strömförsörjning
- Inbyggd klocka i realtid

#### Datablad

#### NEDLADDNINGAR OCH LÄNKAR

TEKNISKT

ANSLUTNINGAR

FUNKTIONER

**Figur 21. Helvar router 920 och 950.**

[45].

Maximala kabellängden i ett DALI-nätverk bestäms av att spänningsfallet i en buss inte får överstiga 2 VDC mellan de två enheterna som är längst ifrån varandra. Beroendes på kabeln som används för bussen bestäms maximala avståndet, i majoriteten av DALI-system används kablar med ledare vars ledarearea är 1,5 mm<sup>2</sup>. Ledare med en ledarearea på 1,5 mm<sup>2</sup> har ett spänningsfall på 2 VDC vid ett avstånd på 300 m. Genom att använda kabel med grövre ledarearea kan avståndet ökas, dock finns det inte många armaturer som har kopplingsplintar med grövre anslutningsmöjlighet än 2,5 mm<sup>2</sup>. [44].

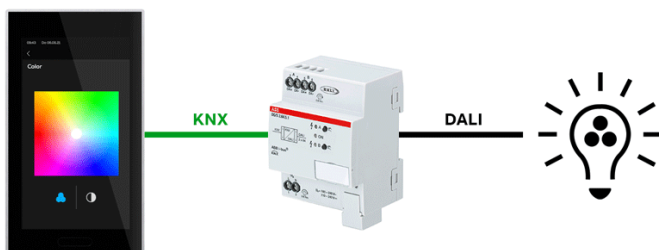
Som en övrig åtgärd än att använd kabel med grövre ledararea finns enheter som förstärker signalen. Enheter som förstärker signalen heter DALI-repeterare som kan öka maximala avståndet från 300 m till 600 m om kabel med ledararea på 1,5 mm<sup>2</sup> används. [46].



**Figur 22. DALI-repeterare.**

[47].

Som nämnt måste driftdon och övriga enheter i ett DALI-system ha DALI-gränssnitt, detta borde inte vara ett större hinder med tanke på att det finns 2163 DALI-kompatibla produkter. Dessutom finns enheter som kan integrera andra system ihop med ett DALI-system, exempelvis enheten KNX/DALI-gateway. [48].



**Figur 23. KNX/DALI-gateway.**

[49].

## 5 KNX TP

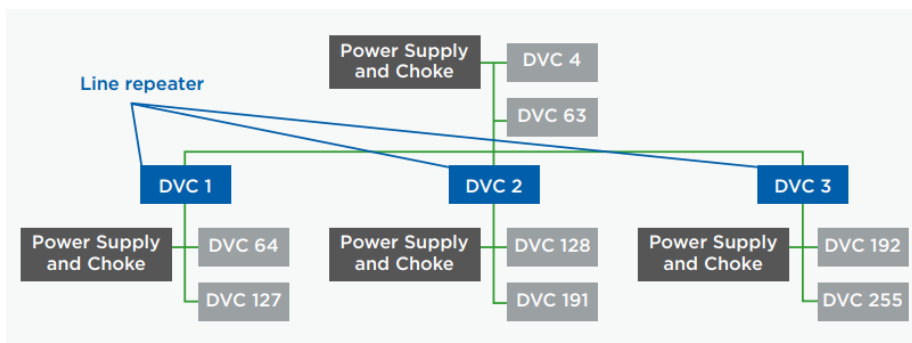
I takt med att olika automationslösningar ökade i fastigheter och inom industrin påbörjades samtidigt KNX TP att utvecklas till en ISO-standard, för ändamålet att möjliggöra styrning av bland annat värme, ventilation och belysning. [50]. KNX TP skapades som en standard för att förhindra att det skulle ske kompatibilitetsproblem mellan olika tillverkares produkter [51].

KNX standardiserade produkter använder alla sig av samma kommunikationsprotokoll för att enheter i ett KNX-system skall fungera ihop i samma nätverk utan problem. Kommunikationen mellan enheterna i ett KNX TP-system sker via en busskabel, två ledare, varav både matningsspänningen till enheterna och dataflödet mellan enheterna sker via samma två ledare. Busskabeln fungerar enligt differential metoden, ingen av de två ledarna har ett statiskt spänningsvärde utan spänningen i bussen är spänningsskillnaden mellan ledarna. Bussen är därmed lika robust som DALI-bussen mot störningar. Busskabelns spänning kan variera mellan 21 – 30 VDC men är i normalt läge, då inget data skickas, mellan 24 – 30 VDC beroende på var i busskabeln spänningen kontrolleras. [52].

### 5.1 Uppbyggnad av ett KNX TP-system

KNX TP är skapad för att byggas upp som linjer och områden, därmed är trädstrukturen den enda topologin som fungerar dock kan enheter i samma linje kopplas som en stjärnstruktur.

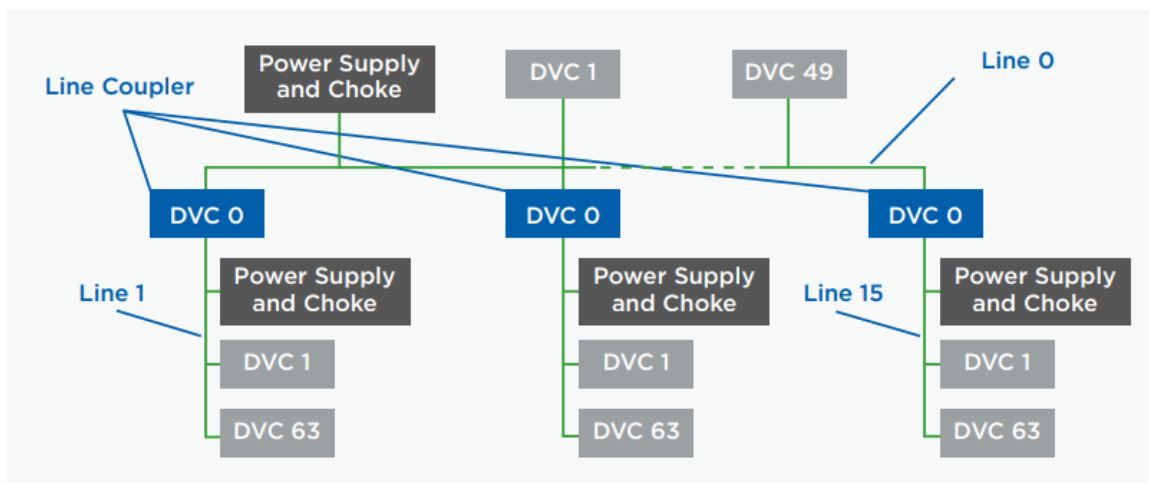
Vid planering och uppbyggnad av ett KNX TP-system, planerar man vilka enheter som skall höra till samma nätverk. Nätverken byggs upp av linjer. En linje kan ha upp till 64 enheter men med linjerepeterare kan man ha fyra linjer som tillhör samma nätverk och enligt denna metod få 255 enheter att tillhöra samma nätverk, se figur 24 för demonstration.



**Figur 24. KNX TP-nätverk med maximalt antal enheter i en linje.**

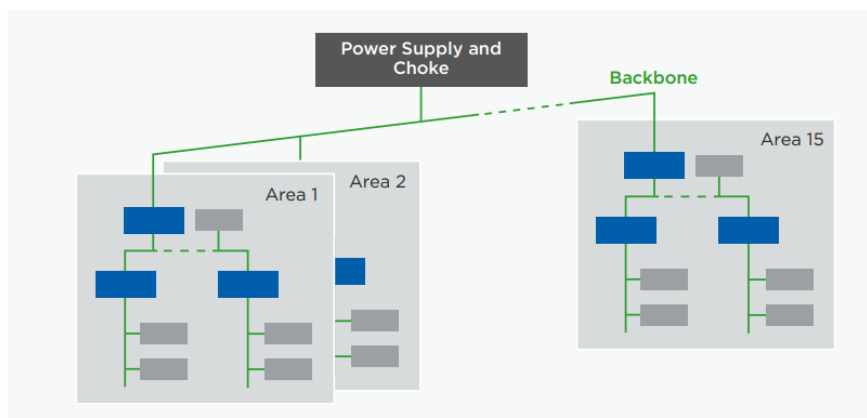
När man använder en linjerepeterare ökar dock inte linjeantalet i systemet, utan linjerna som är kopplade till en linjerepeterare tillhör samma linje som repeteras.

I stora fastigheter, exempelvis industrihallar, behövs i majoriteten av fallen mera än 255 enheter varav flera nätverk/linjer måste skapas. I ett KNX TP-system kan man maximalt ha 15 linjer utöver huvudlinjen. Linjerna bildar sedan ett område.



**Figur 25. KNX TP-system med maximalt antal linjer per område.**

Ett område behöver nödvändigtvis inte bestå av 16 linjer utan kan bestå av endast en linje beroende på hur man vill skapa sitt system. Oberoende linjeantalet i ett område kan 15 områden kopplas ihop som möjliggör att man kan ha  $255 \text{ enheter/linje} * 16 \text{ linjer} * 15 \text{ områden} = 61\,200 \text{ enheter}$  i ett KNX TP-system.



**Figur 26. KNX TP-system med maximalt antal områden.**

För varje linje och område som vill läggas till krävs linjekopplare eller områdeskopplare beroende på vilken av de två nämnda man vill lägga till i systemet.

Förutom diverse linjekopplare och repeterare behövs även ett nätaggregat per linje. Nätaggregatets uppgift är att säkerställa att alla enheter i linjen/nätverket får sin behövda matningsström samt att bussspänningen ursprungligen är 30 VDC. Dessutom krävs ett programmerings-gränssnitt per system samt en licens för mjukvaruprogrammet var konfigurationer och inställningar programmeras, ETS5. Programmerings-gränssnitt kan vara ett KNX/IP-gränssnitt som även möjliggör att man kan kontrollera KNX TP-systemet över internet, som samtidigt kan användas som områdeskopplare. Vid val av diverse inmatningsenheter och övriga enheter måste enheterna som väljs ha ett KNX-gränssnitt.

Vid installation av ett KNX TP-system skall kabelvalet tas i beaktande eftersom kabeln som används i KNX TP-system måste vara en partvinnad skärmad kabel med fyra ledaren. [52].

Sammanfattningsvis behövs det för ett KNX TP-system med ett nätverk/linje följande produkter:

- Ett KNX/IP-gränssnitt
- Ett nätaggregat
- ETS5 licens
- Skärmad partvinnad kabel med fyra ledaren.

För ett KNX TP-system med två nätverk/linje behövs följande produkter:

- Ett KNX/IP-gränssnitt
- Två nätaggregat
- En linjekopplare
- ETS5 licens
- Skärmd partvinnad kabel med fyra ledaren.

Oftast används två linjer fast man skulle klara sig med en linje eftersom huvudlinjen brukar endast användas till att ansluta de övriga linjerna.

## 5.2 KNX TP som system för belysningsstyrning

Till skillnad från DALI skapades KNX TP för att styra mera än belysning. Detta har gjort att KNX TP-system inte har alla tänkbara funktioner för belysningsstyrning, vilket DALI har. Tänkbare funktioner som saknas från KNX TP-system som finns i DALI-system är bland annat all data man i ett DALI-system kan få ur en armatur, de funktioner som implementerats i DALI-2-certifierade LED-driftdon och DALI nödbelysnings funktioner. [53] Elenergin, kWh, för en armaturgrupp går att avläsa om en skild KNX TP-energimätare används. KNX TP-energimätarna är dock skapade för att avläsa energiförbrukningen för armaturgrupper och inte enskilda armaturer. [54].

KNX TP som system för belysningsstyrning är skapat för att styra armaturgrupper, flera armaturer på samma sätt samtidigt. Det kan bevisas genom att analysera produkt utbudet från dom två största återförsäljarnas hemsidor inom elbranschen, Ahlsell och Onninen. De två nämnda företagens KNX produkt utbud består över 90 % av DIN-monterade aktorer. Styrningen av armaturer i ett KNX TP-system sker i majoriteten av installationerna via DIN-monterade aktorer, finns dock även styrningsenheter som installeras i dosor och/eller armaturer.

Dimningen via dimmeraktorer beror på armaturens styrningsätt. En dimmeraktor kan exempelvis vara en dimmeraktor med styrspänningen 0 – 10 VDC eller en dimmeraktor som utför dimning via fasklippning. [55]. [56].

Om en armatur däremot har ett DALI-gränssnitt måste en KNX/DALI-gateway användas. En KNX/DALI-gateway kan även användas ifall man vill ha alla funktioner till KNX TP-systemet som man får ur ett DALI-system. [53]. [57].

### **5.3 Styrkor och egenskaper med KNX TP som belysningsstyrningssystem**

KNX TP styrkor som ett belysningsstyrningssystem ligger i KNX TP-produkternas kompatibilitet, bussystemet hastighet, armaturer som kan användas och antalet enheter per nätverk.

KNX TP-certifierade produkter testas av en oberoende tredje part för att säkerställa att alla produkter oberoende tillverkare följer samma riktlinjer.

KNX TP dataöverföringshastighet är 9,6 kbit/s, som är 700 % snabbare än DALI dataöverföringshastighet på 1,2 kbit/s. [52].

I ett KNX TP-system kan alla armaturer användas oberoende styrningssätt.

Antalet enheter per nätverk är 255, beskrivet under rubrik 5.1.

### **5.4 Begränsningar i ett KNX TP-system för belysningsstyrning**

Begränsningar i ett KNX TP-system baserar sig på maximal kabellängd, busskabel som får användas, inmatningsenheter som går att använda, styrning av enskilda armaturer och styrningsfunktioner av armaturer.

Maximala kabellängden som får vara mellan två enheter är 700 m dock får ingen enhet vara längre än 350 m från linjens nätaggregat och en linjens maximala kabellängd får inte överstiga 1000 m. 1000 m kan åstadkommas genom att linjekopplaren har ett nätaggregat och att linjerepeteraren har ett integrerat nätaggregat.

Busskabeln som skall användas skall vara en skärmad kabel med två partvinnade ledare, kabeln som används i majoriteten av installationerna är YCYM 2 x 2 x 0,8 även kallad TP1-kabeln. KNX Association föreningen rekommenderar kablarna enligt figur 27.

---

**RECOMMENDED BUS LINES**


---

Cables typically used in Germany	Applicable constraints
YCYM 2 x 2 x 0.8 Test voltage: 4kV ("KNX cable")	Suitable for inside buildings
J-Y(St)Y 2 x 2 x 0.8 Test voltage: 2.5kV	Laid like YCYM, but note lower test voltage in proximity to 230 V mains
JH(St)H 2 x 2 x 0.8	Halogen-free cable, must however be installed at a distance from the existing 230 V installation
A-2Y(L)2Y or A-2YF(L)2Y	Used outdoors (linking separate buildings)

**Figur 27. Rekommenderade KNX TP-busskablar.**

Vid installation av busskabeln måste det även tas i beaktande vid de tillfällen som busskabelns skärm skalas bort, att en nätspänningskabel inte får vara närmare än 4 mm från busskabeln. Skall busskabeln förlängas eller avslutas i en kopplingsdosa får inte övriga kablar dras in i samma kopplingsdosa.

Sensorer, tryckknappar och övriga inmatningsenheter som man vill använda i ett KNX TP-system måste ha ett KNX TP-gränssnitt. [52].

Styrning av enskilda armaturer går att uppnå med ett KNX TP-system men kräver många stora och dyra produkter.

Som beskrivet under rubrik 5.2 kan man inte få alla funktioner och data ur armaturer som man kan i ett DALI-system om man inte använder en DALI-gateway. [55].

## 6 Jämförelse av styrningslösningar för DALI-armaturer

För att kunna analysera ur bredaste möjligaste perspektiv Casambis fördelar och nackdelar för styrning av DALI-armaturer, har ett Casambi-systems, ett DALI-systems, ett KNX TP-systems och ett kombinerat systems priser och systemfunktioner analyserats.

För att analyseringen av de nämnda systemen skulle vara jämförbara gentemot varandra har en utgångspunkt i form av en ritning ritats, se bilagor. Ritningen föreställer ett småskaligt system för belysningsstyrning i ett egnahemshus på ungefär 100 m<sup>2</sup>. Systemet

skall kunna styra LED-armaturer och en TW LED-armatur med sensorer, dimrar och strömbrytare samt att nödbelysningens styrning ingår i systemet. Tabell 1 åskådliggör all relevant information angående komponenterna som ingår i systemet.

Tabell 1. Relevant information angående systemet i bilaga 1.

Antal	Produkt	Matningsspänning	Styrningsätt	Märkning
6	Dimbar LED-armatur	230 VAC	DALI	1
1	TW LED-armatur	230 VAC	DALI	2
1	RGB LED-band	12 VDC	DALI	3
2	Nödbelysnings armaturer	230 VAC	DALI	4
1	Rörelsedetektor	230 VAC	-	5
1	Ljussensor	230 VAC	-	6
3	Dimmer	-	-	7
1	1-polig strömbrytare	-	-	8

Enligt bilaga 1 kan man se att:

- En dimmer styr två dimbara LED-armaturer x 2
- En dimmer styr en TW LED-armatur
- En rörelsedetektor styr en LED-armatur
- En 1-polig strömbrytare styr ett RGB LED-band
- En ljussensor styr en LED-armatur
- Nödbelysningen inte kan styras med vägg-/tak monterade produkter.

Det skall observeras att priserna som används i analysen innehåller 24 % moms samt att sensorer och dimrar har valts att vara produkter från tillverkarna Schneider Electric, Steinel och Airam. Orsaken till valet av tillverkarna är att produkterna som företaget Hangö Elektriska använder mest är utav de nämnda tillverkarna. Sensorer och dimrar har även valts ut så att de alla skall ha liknande parametrar i form av installationshöjd, färg, IP-klass och effekthantering, för att produkterna skall vara jämförelsebara med varandra.

## 6.1 Casambi-system

Med ett Casambi-system finns oftast flera lösningar för diverse styrningar varav alla alternativ har tagits med i analysen och beskrivits.

### **6.1.1 Dimbar LED**

För att lösa styrningen av fyra LED-armaturer med två dimrar finns flera lösningar att tillgå. Man kan använda sig av en CBU-ASD enhet per armatur, fyra, eller två CBU-TED enhet för att styra fyra LED-armaturer och därmed välja om dimrarna skall vara traditionella dimrar eller strömbrytaren. Detta förutsätter att de två LED-armaturerna en CBU-TED enhet styr har en lägre sammanlagd skenbar effekt än 150 VA, CBU-TED enhetens maximala effekthantering är 150 VA. Vid användning av CBU-TED kan man endast dimma armaturerna medan med CBU-ASD kan man utnyttja DALI-egenskaperna.

Ett annat lösningssätt som finns att tillgå är att använda Airam's Casambi-ready dimmer, dimmern ser ut som en traditionell dimmer som monteras på väggen. Med Airam's Casambi-ready dimmer kan man styra armaturer genom att rotera dimmern, som en traditionell väggdimmer, eller styra dimmern via Casambi-applikationen. Genom att använda Casambi-ready dimmern behövs ingen övrig Casambi-ready enhet för att styra armaturerna. Detta förutsätter också att dimmerns effekthanteringen är större än vad de två LED-armaturernas sammanlagda effekt är.

### **6.1.2 TW LED-armaturen**

Styrningen av TW LED-armaturen kan lösas med en CBU-ASD enhet och kan sedan styras av en väggmonterad dimmer. Dimmern som används kan vara Casambi Xpress, traditionell väggdimmer eller en 1-polig strömbrytare. Detta kräver dock att man konfigurerar styrningen av CBU-ASD i Casambi-applikationen.

### **6.1.3 LED-band 12 VDC**

För styrningen av LED-bandet krävs en CBU-PWM4 enhet samt en nätadapter som ändrar nätspänningen från 230 VAC till 12 – 24 VDC.

### **6.1.4 Styrning med sensorer**

Rörelsedetektor styrningen med Casambi kan man lösa med att använda

- Valfri sensor, behöver ej vara Casambi-ready och en CBU-ASD som kan konfigureras till valfri funktion då sensorn känner av rörelse

- Casambi-ready detektor och en CBU-ASD kopplad till armaturen
- Casambi-ready detektor med stöd för DALI-dimning

Det skall dock nämnas att Casambi-ready rörelsedetektor med DALI-dimning finns i väldigt begränsat urval. Med alla tre alternativen kan man skapa valfri dimning eller scen då detektorn detekterar rörelse.

Samma som med rörelsedetektorn kan man lösa styrningen med ljussensorn på flera sätt

- Valfri sensor, behöver ej vara Casambi-ready och en CBU-ASD som kan konfigureras till valfri funktion då sensorn känner av ett förinställt lux värde
- Casambi-ready ljussensor och en CBU-ASD kopplad till armaturen
- Casambi-ready ljussensor med stöd för DALI-dimning

Vid köp av en Casambi-ready ljussensor skall det observeras att det inte finns en produkt som endast mäter ljusstyrkan utan det finns rörelsedetektorer som har ljussensor i sig och rörelsefunktionen måste sedan stängas av i Casambi-applikationen.

Även vid införskaffning av Casambi-ready ljussensor med stöd för DALI-dimning skall det observeras att urvalet är väldigt begränsat. Med alla tre alternativ kan man skapa valfri dimning eller scen vid förbestämt lux värde.

### **6.1.5 Nödbelysningen**

Angående nödbelysningen finns i skrivande stund endast en lösning med Casambi, en lösning skapad av företaget Tridonic. Företaget Tridonic lösning bygger på att man till varje nödbelysnings armatur kopplar en basicDIM trådlös modul. Den trådlösa modulen kan exempelvis vara G2 modulen. Förutom att man kopplar till varje armatur en G2 modul behövs också en sceneCOM evo modul. SceneCOM evo modulen är huvudenheten för styrningen av nödbelysningen och är enheten som kan utföra regelbundna testningarna av nödbelysningen. Vid större system kan flera sceneCOM evo moduler krävas eftersom en sceneCOM evo modul kan styra maximalt 192 nödbelysnings armaturer.

Med företagets Tridonic lösning kan man trådlöst styra nödbelysnings armaturer med DALI-gränssnitt via Casambi och ställa in automatiska testningar utan att använda DALI.

### 6.1.6 Produkter som krävs för Casambi-systemet

En sammanställning av produkter och priser för att skapa Casambi-systemet för bilaga 1, har skapats i form av tabell 2 – 7. Varje rad definierar en lösning.

Tabell 2. Produkter för att styra 4 dimbara LED-armaturer med två dimrar, två armaturer/dimmer.

Casambi-ready enhet	Pris	Dimmer	Pris	Total pris
CBU-ASD x2	99 € x 2	Traditionell väggdimmer x2	81,1 € x 2	360,2 €
CBU-ASD x2	99 € x 2	1-polig strömbrytare x2	10,8 € x 2	219,6 €
CBU-TED x2	79,89 € x 2	Traditionell väggdimmer x2	81,1 € x 2	321,98 €
CBU-TED x2	79,89 € x 2	1-polig strömbrytare x2	10,8 € x 2	181,38 €
Dimmer, ex. Airam x2	139,78€ x 2	-	-	279,56 €

[58]. [59]. [60]. [61]. [62].

Tabell 3. Styrningen av TW LED-armaturen

Casambi-ready enhet	Pris	Dimmer	Pris	Total pris
CBU-ASD	99 €	Casambi Xpress	197,45 €	296,45 €
CBU-ASD	99 €	Traditionell väggdimmer	81,1 €	180,1 €
CBU-ASD	99 €	1-polig strömbrytare	10,8 €	109,8 €

[63].

Tabell 4. Styrningen av LED-band 12 VDC.

Casambi-ready enhet	Pris	Övrig enhet	Pris	Total pris
CBU-PWM4	90,57 €	Nätadapter 230VAC/12VDC	22,87 €	113,44 €

[64]. [65].

Tabell 5. Styrning med rörelsedetektor

Casambi-ready enhet	Övrig enhet	Total pris
CBU-ASD	Rörelsedetektor, valfri	99 € + 57,67 € = 156,67 €
Rörelsedetektor med DALI-styrning	-	391,85 €
Rörelsedetektor + CBU-ASD	-	163,27 € + 99 € = 262,27 €

[66]. [67].

Tabell 6. Styrning med ljussensor.

Casambi-ready enhet	Övrig enhet	Total pris
CBU-ASD	Rörelsedetektor, valfri	99 € + 57,67 € = 156,67 €
Ljussensor med DALI-styrning	-	391,85 €
Ljussensor + CBU-ASD	-	163,27 € + 99 € = 262,27 €

[68].

Tabell 7. Nödbelysningens styrning.

Casambi ready enhet	Pris	Övrig enhet	Pris	Total pris
BasicDIM G2 x2	86,7 € x 2	SceneCOM evo	2574,31 €	2747,5 €

[69]. [70].

För att göra konfigurationer och/eller för fjärrstyrning krävs även en mobiltelefon eller surfplatta som ökar priset med ungefär 200€.

Totala priset för Casambi-lösningen blir därmed mellan 3665,47 – 4501,29 € varav nödbelysnings styrning utgör 61 - 75 % av priset. Utan nödbelysnings styrningen kostar Casambi-systemet mellan 917,96 – 1753,79 €.

## 6.2 DALI-system

För ett motsvarande DALI-system krävs att:

- Dimrarna har ett DALI-gränssnitt
- Ljussensor har ett DALI-gränssnitt ifall dimning och styrning önskas
- Rörelsedetektorn har ett DALI-gränssnitt ifall dimning och styrning önskas
- Nätadapter för LED-bandet
- Strömkälla för bussen
- Applikations kontroller
- Matningskablarna skall ha två extra ledare i sig.

Tabell 8 åskådliggör alla produkter som behövs för DALI-systemet samt priset för varje produkt.

Tabell 8. Produkter och priser för DALI-systemet.

Produkt	Pris
DALI-dimmer x3	159,84 € x 3 = 479,54 €
DALI-ljussensor	253,14 €
DALI-rörelsedetektor	253,14 €
Nätadapter för LED-band	22,87 €
Applikationskontroller med inbyggd strömkälla	452,04 €
Prisskillnad mellan kabel 5x1,5 och 3x1,5 / meter x 1000 m	1,45 € / m x 1000 m = 1450 €

[71]. [72].

Totala priset för DALI-systemet blir 2880, 73 €.

I ritningen som används som utgångspunkt skulle det krävas approximerat 1000 m kabel och därmed har prisskillnaden för kabeln multiplicerats med 1000 m.

### 6.3 KNX TP-system

För att kunna dimma DALI-armaturer med ett KNX TP-system måste man använda sig av en KNX/DALI-gateway. Med en KNX/DALI-gateway styr man armaturerna via KNX TP-systemet medan armaturerna är i ett DALI-nätverk. Därmed kan man även välja om sensorerna och dimrarna skall vara på KNX TP-nätverket eller DALI-nätverket men för jämförelsens skull väljs dimrarna och sensorerna att vara på KNX TP-nätverket.

För att implementera KNX lösningen som beskrivits, tillbilaga 1 krävs även ungefär 200 m av kabeln YCYM 2 x 2 x 0.8, två nätaggregat för bussspänningen, en linjekopplare, ett KNX/IP-gränssnitt för fjärrstyrning och som områdeskopplare, tre KNX väggmonterade dimrar och licensvara för ETS5 Lite programvaran. ETS5 Lite används eftersom systemet består av mindre än 20 enheter. [73]. Produkterna som behövs och produkternas priser kan ses från tabell 9.

Tabell 9. Produkter för KNX TP-systemet och produkternas priser.

Produkt	Pris
KNX/DALI-gateway	821,54 €
320mA nätaggregat för bussspänning x 2	313,85 € x 2 = 627,7 €
Ljussensor med KNXTP-gränssnitt	185,10 €
Rörelsedetektor med KNX TP-gränssnitt	185,10 €
KNX TP-väggmonterade dimmer x 3	92,9 € x 3 = 278,7 €

Nätadapter för LED-band	22,87 €
YCYM 2 x 2 x 0.8 200 m	1,217 € / m x 200 m = 243,44 €
KNX/IP-gränssnitt	436,60 €
Linjekopplare	472 €
Prisskillnad mellan kabel 5x1,5 och 3x1,5 / meter x 800 m	1,45 € / m x 800 m = 1 €
ETS5 Lite	200 €

[74]. [75]. [76]. [77]. [78]. [79]. [80].

Totala priset för KNX TP-systemet blir därmed 4633,05 €.

I listan är kabeln med fem ledare beräknad att vara 800 m. YCYM 2 x 2 x 0.8 kabeln som används är 200 m, som minskar behovet av fem ledare kabeln med 200 m jämfört med DALI-systemet som krävde 1000 m av kabeln med fem ledare. Två nätaggregat används för att inte ha andra enheter än linjekopplaren på systemets huvudlinje. Systemet skulle även kunna skapas med att lämna bort linjekopplaren och ett nätaggregat och ha alla enheter på huvudlinjen.

#### 6.4 System bestående av Casambi, DALI och KNX TP

Att koppla ihop ett Casambi-system med ett KNX TP-system är inte möjligt utan att inkludera DALI. Fastighetens byggnadshanteringssystem, på engelska kallat building management system, måste bestå av KNX TP och systemet för belysningsstyrning måste hanteras av DALI. Byggnadshanteringssystemet måste sedan kopplas ihop med DALI-applikationskontroller och på DALI-nätverket skall sedan en CBU-DCS enhet användas för att sammankoppla Casambi med systemet. Se figur 28 för förtydligande.



Prisskillnad mellan kabel 5x1,5 och 3x1,5 / meter x 1000 m	1,45 € / m x 1000 m = 1450 €
Airams Casambi-ready dimmer x 3	139,78€ x 3 = 419,34 €
CBU-DSC	103,14 €
Mobiltelefon för Casambi-applikation	200 €
320mA nätaggregat för KNX TP-busspänningen	313,85 €
Ljussensor med KNX TP- gränssnitt	185,10 €
Rörelsedetektor med KNX TP-gränssnitt	185,10 €
Nätadapter för LED-band	22,87 €
YCYM 2 x 2 x 0.8 200 m	1,217 € / m x 200 m = 243,44 €
KNX/IP-gränssnitt	436,60 €
Linjekopplare	472 €
ETS5 Lite	200 €

[82].

Total pris för det kombinerade systemet blir 4683,48 €.

## 6.5 Styrning av armatur med DALI-gränssnitt i industrimiljö

I jämförelsen som utgörs av bilaga 1 under rubrik 6 – 6.4 styrs dock endast ett fåtal armaturer.

Exempelvis i en industrimiljö där 64 armaturer med DALI-gränssnitt skall styras sammenligt krävs för Casambi-systemet antingen 64 CBU-ASD eller 32 CBU-TED enheter. CBU-TED antalet är återigen beroende på armaturernas effekt och avståndet mellan armaturerna, vilket gör att antalet kan vara mellan 16 – 64. Men högst troligen skulle det krävas 32, en enhet per två armaturer. Mellanrummet mellan armaturerna har bestämts till att vara 10 m, vilket utgör grunden för DALI- och KNX TP-systemet som kräver ungefär 640 m kabel. Kabelavståndet beror också på avståndet mellan centralen och armaturgruppernas närmaste armatur, men har förutbestämt till att även det vara 10 m.

Tabell 11 åskådliggör vad CBU-ASD och CBU-TED enheternas skulle vara för styrningen av 64 DALI-armaturer med Casambi.

Tabell 11. Produkter för styrningen av DALI-armaturerna med Casambi samt produkternas pris.

Produkt	Pris
CBU-ASD x 64	99 € x 64 = 6336 €
CBU-TED x 32	79,89 € x 32 = 2556,48 €
Mobiltelefon	200 €

För ett motsvarande DALI-systemet krävs produkterna som framställs i tabell 12.

Tabell 12. Produkterna som behövs för DALI-systemet.

Produkt	Pris
Applikationskontroller med inbyggd strömkälla för bussen	452,04 €
Prisskillnad mellan kabel 5x1,5 och 3x1,5 / meter x 640 m	1,45 € / m x 640 m = 928 €

För ett motsvarande KNX TP-systemet krävs produkterna som framställs i tabell 13.

Tabell 13. Produkterna som behövs för KNX TP-systemet.

Produkt	Pris
KNX/DALI-gateway	821,54 €
320mA nätaggregat för busspänning x 2	313,85 € x 2 = 627,7 €
YCYM 2 x 2 x 0.8 x 10 m	12,17 €
KNX/IP-gränssnitt	436,60 €
Linjekopplare	472 €
Prisskillnad mellan kabel 5x1,5 och 3x1,5 / meter x 640 m	1,45 € / m x 640 m = 928 €
ETS5 Professional licens	1000 €

Totala kostnaden för Casambi-systemet blir 3368 € - 6536 €, för DALI-systemet 1380,04 € och för KNX TP-systemet 4289,01 €. För att ta reda på när ett Casambi-system blir billigare måste startpriset för Casambi och DALI tas i beaktande och längden på matningskabeln.

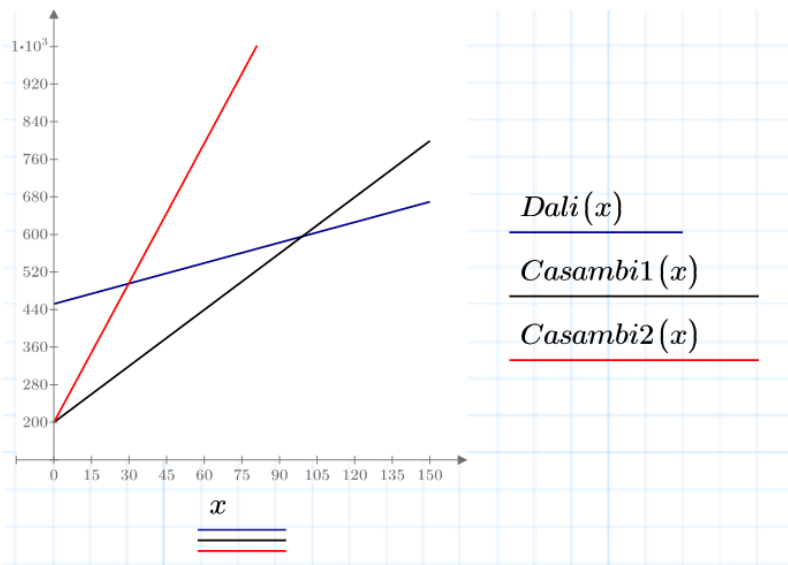
$$Casambi1(x) = CBU - TED(x) = 200 \text{ €} + \frac{79,89 \text{ €} \cdot x}{20 \text{ m}}$$

$$Casambi2(x) = CBU - ASD(x) = 200 \text{ €} + \frac{99 \text{ €} \cdot x}{10 \text{ m}}$$

$$DALI(x) = 452,04 \text{ €} + 1,45 \frac{\text{€}}{\text{m}}$$

$$Casambi1(x) = DALI(x) \rightarrow 99,052 \text{ m}$$

$$Casambi2(x) = DALI(x) \rightarrow 29,82 \text{ m}$$



**Figur 29. Casambis lönsamhet gentemot DALI vid armaturavstånd på 10 m**

$$CBU - TED \text{ antal} = \frac{99,052 \text{ m}}{20 \text{ m}} \rightarrow 4,95$$

$$CBU - ASD \text{ antal} = \frac{29,82 \text{ m}}{10 \text{ m}} \rightarrow 2,98$$

Ett Casambi-system blir billigare än ett DALI-system ända tills CBU-TED antalet överstiger 4, vilket i denna analys betyder 8 armatur. För CBU-ASD gäller samma påstående om antalet hålls under 3, vilket betyder två armaturer. För KNX TP-systemet blir antalet mera eftersom startpriset för KNX TP-systemet är högre än startpriset för DALI-system.

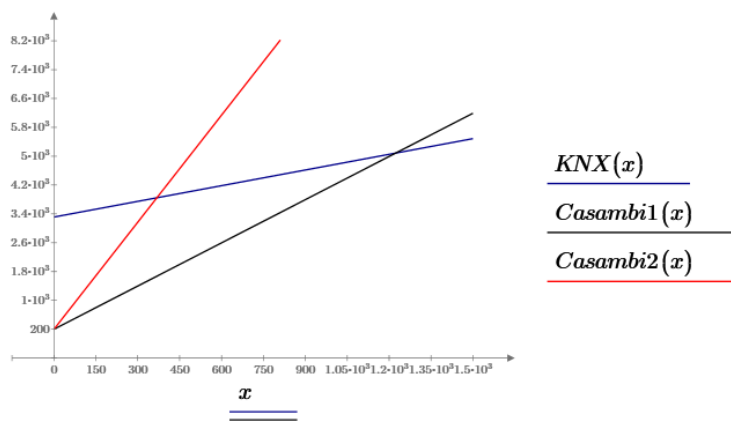
$$Casambi1(x) = CBU - TED(x) = 200 \text{ €} + \frac{79,89 \text{ €} \cdot x}{20 \text{ m}}$$

$$Casambi2(x) = CBU - ASD(x) = 200 \text{ €} + \frac{99 \text{ €} \cdot x}{10 \text{ m}}$$

$$KNX(x) = 821,54 \text{ €} + 472 \text{ €} + 1000 \text{ €} + 627,7 \text{ €} + 436,60 \text{ €} + 1,45 \frac{\text{€}}{\text{m}}$$

$$Casambi1(x) = KNX(x) \rightarrow 1226,36 \text{ m}$$

$$Casambi2(x) = KNX(x) \rightarrow 386,38 \text{ m}$$



**Figur 30. Casambis lönsamhet gentemot KNX TP vid armaturavstånd på 10 m**

$$CBU - TED \text{ antal} = \frac{1226,36 \text{ m}}{20 \text{ m}} \rightarrow 61,17$$

$$CBU - ASD \text{ antal} = \frac{336,47 \text{ m}}{10 \text{ m}} \rightarrow 36,84$$

Ett Casambi-system blir billigare än ett KNX TP-system ända tills CBU-TED antalet överstiger 62, vilket i denna analys betyder 122 armaturer. Samma påstående för CBU-ASD gäller så länge antalet hålls under 37 vilket betyder 37 armaturer.

I beräkningarna enligt figurerna består startpriset för ett DALI-system av DALI-applikationskontrollern med inbyggt nätaggreat för bussspänningen. Startpriset för KNX TP-systemet består av KNX/DALI-gateway, linjekopplaren, EST5 Professional, två nätaggreatet och KNX/IP-gränssnittet medan startpriset för Casambi-systemet består av mobiltelefonens pris, som behövs för Casambi-applikationen.

Beräkningarna har gjorts enligt att en CBU-TED enhet klarar av att styra två armaturer som enligt denna analys har ett mellanrum på 20 m. CBU-ASD beräkningarna enligt att enheten är konstruerad för att styra en armatur som i denna analys har ett mellanrum 10 m.

Resultaten för antalet Casambi-enheter gäller per nätverk, om KNX TP-systemet utvidgas till flera nätverk sänks priset för följande nätverk. Priset sänks med 650,75 € tack vare att ett KNX/IP-gränssnitt behövs per område och ETS5 Professional licensen behövs endast köpas en gång. Samtidigt som ett nätaggreat och en linjekopplare måste skaffas för varje nytt nätverk.

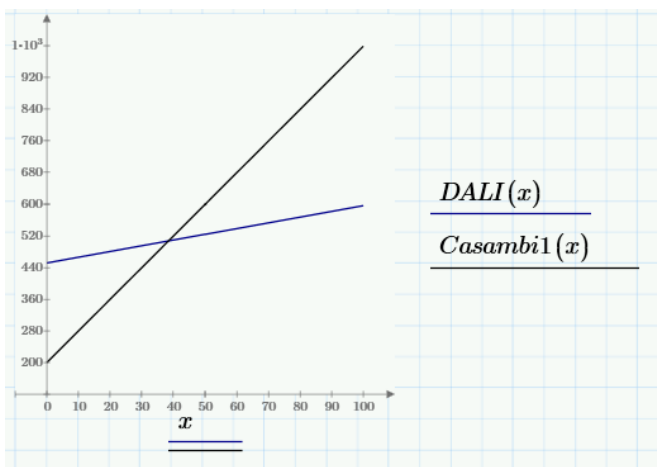
Om CBU-TED enheterna endast kan styra en armatur per enhet sjunker antalet armaturer som kan styras med ett Casambi-system, före ett Casambi-system blir dyrare än ett DALI-system och KNX TP-system. Kan dock CBU-TED enheterna styra tre eller fler armaturer per enhet ökar antalet armaturer som kan styras med ett Casambi-system, före Casambi-systemet blir dyrare än ett DALI-system och KNX TP-system.

Med CBU-TED enheter som styr en armatur per enhet, med 10 m mellanrum mellan enheterna, blir ett Casambi-system dyrare än ett DALI-system då Casambi-systemet består av flera än tre CBU-TED enheter som i denna analys betyder tre armaturer.

$$\text{Casambi1}(x) = \text{CBU} - \text{TED}(x) = 200 \text{ €} + \frac{79,89 \text{ €} * x}{10 \text{ m}}$$

$$\text{DALI}(x) = 452,04 \text{ €} + 1,45 \frac{\text{€}}{\text{m}} * x$$

$$\text{Casambi1}(x) = \text{DALI}(x) \rightarrow 38,54 \text{ m}$$



**Figur 31.** CBU-TED antalets lönsamhet gentemot DALI vid enhetsavstånd på 10 m

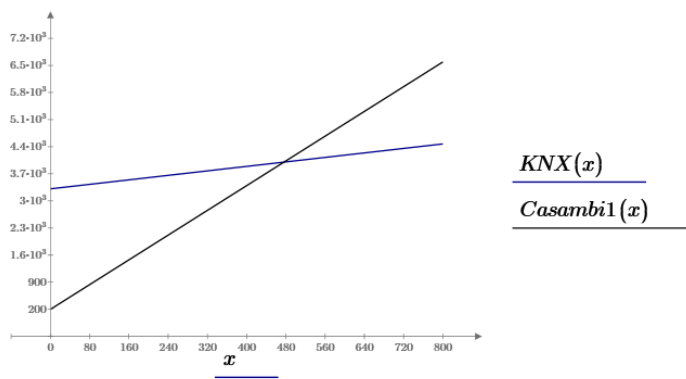
$$\text{CBU} - \text{TED antal} = \frac{38,54 \text{ m}}{10 \text{ m}} \rightarrow 3,85$$

Med ett motsvarande Casambi-system i jämförelse med KNX TP blir ett Casambi-system dyrare än ett KNX TP-system, då Casambi-systemet består av flera än 46 CBU-TED enheter som i denna analys betyder 46 armaturer.

$$\text{Casambi1}(x) = \text{CBU} - \text{TED}(x) = 200 \text{ €} + \frac{79,89 \text{ €} * x}{10 \text{ m}}$$

$$\text{KNX}(x) = 821,54 \text{ €} + 472 \text{ €} + 1000 \text{ €} + 313,85 \text{ €} + 436,60 \text{ €} + 1,45 \frac{\text{€}}{\text{m}}$$

$$\text{Casambi1}(x) = \text{KNX}(x) \rightarrow 476,04 \text{ m}$$



**Figur 32. CBU-TED antalets lönsamhet gentemot KNX TP vid enhetsavstånd på 10 m**

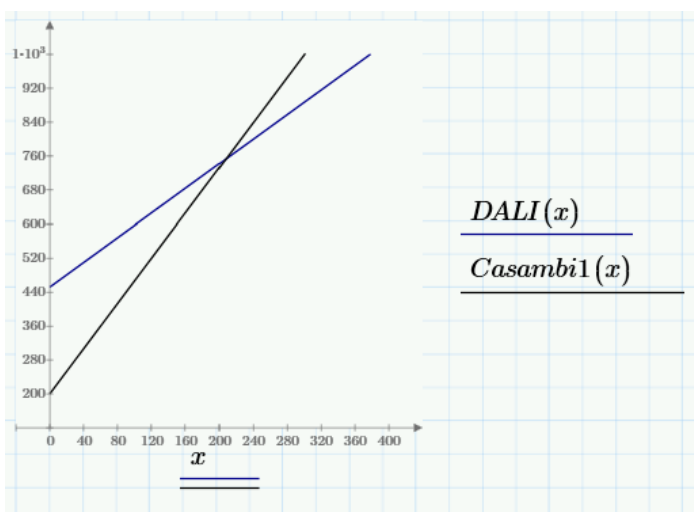
$$\text{CBU} - \text{TED antal} = \frac{476,04 \text{ m}}{10 \text{ m}} \rightarrow 47,60$$

Med CBU-TED enheter som styr tre armatur per enhet, med 30 m mellanrum mellan enheterna, blir ett Casambi-system dyrare än ett DALI-system då Casambi-systemet består av flera än 20 CBU-TED enheter som i denna analys betyder 60 armaturer.

$$\text{Casambi1}(x) = \text{CBU} - \text{TED}(x) = 200 \text{ €} + \frac{79,89 \text{ €} * x}{30 \text{ m}}$$

$$\text{DALI}(x) = 452,04 \text{ €} + 1,45 \frac{\text{€}}{\text{m}} * x$$

$$\text{Casambi1}(x) = \text{DALI}(x) \rightarrow 207,78 \text{ m}$$



**Figur 33. CBU-TED antalets lönsamhet gentemot DALI vid enhetsavstånd på 30 m**

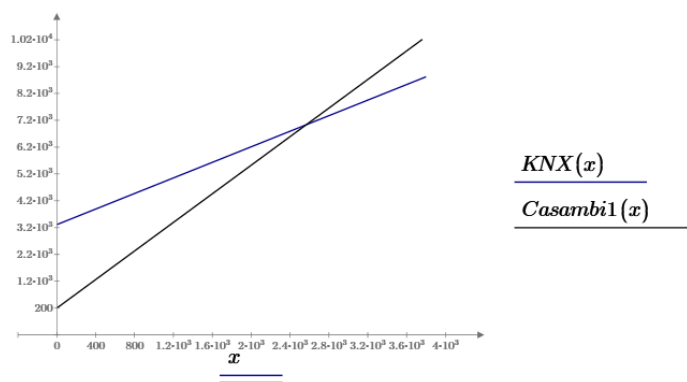
$$\text{CBU} - \text{TED antal} = \frac{207,78 \text{ m}}{30 \text{ m}} \rightarrow 20,79$$

Med ett motsvarande Casambi-system i jämförelse med KNX TP blir ett Casambi-system dyrare än ett KNX TP-system, då Casambi-systemet består av flera än 85 CBU-TED enheter som i denna analys betyder 255 armaturer.

$$\text{Casambi1}(x) = \text{CBU} - \text{TED}(x) = 200 \text{ €} + \frac{79,89 \text{ €} \cdot x}{30 \text{ m}}$$

$$\text{KNX}(x) = 821,54 \text{ €} + 472 \text{ €} + 1000 \text{ €} + 313,85 \text{ €} + 436,60 \text{ €} + 1,45 \frac{\text{€}}{\text{m}}$$

$$\text{Casambi1}(x) = \text{KNX}(x) \rightarrow 2566,23 \text{ m}$$



Figur 34. CBU-TED antalets lönsamhet gentemot KNX TP vid enhetsavstånd på 30 m

$$\text{CBU} - \text{TED antal} = \frac{2566,23 \text{ m}}{30 \text{ m}} \rightarrow 85,54$$

## 7 Sammanfattning av styrning för armaturer med DALI-gränssnitt

Styrningen av armaturer med dimrar blir både billigare med ett Casambi-system samtidigt som ett Casambi-system erbjuder att man kan använda vanliga strömbrytaren som dimmers eller använda valfri dimmer utan extra enheter. Detta i jämförelse med både ett DALI- och KNX TP-system. Orsaken till att Casambi blir billigare är att ingen huvudenhet behöver införskaffas samt att ingen busskabel krävs.

Styrningen med sensorerna blir även billigare med ett Casambi-system jämfört med ett DALI- och KNX TP-system. Orsaken till att Casambi blir billigare är att återigen behövs ingen huvudenhet eller busskabel införskaffas.

Enligt analysen kan man snabbt konstatera att styrning av nödbelysning med ett Casambi-system inte har någon fördel jämfört med ett DALI-system förutom att man får styrningen

trådlöst. Man får samma funktioner med ett DALI-system samt att DALI-systemet blir märkvärdigt billigare. Därmed dras slutsatsen att styrning av nödbelysning med DALI-gränssnitt inte skall göras med ett Casambi-systemet om inte styrningen måste ske trådlöst. Bidragande faktor till detta är sceneCOM evo enhetens dyra pris.

Med ett Casambi-system fås samma funktioner som med ett DALI- och KNX TP-system samt att Casambi-systemet blir åtminstone 40 % billigare om nödbelysningen räknas bort. Samma funktioner fås dock endast om CBU-ASD enheter används, med CBU-TED enheter kan man endast dimma.

Påståendena om att ett Casambi-system blir billigare än både ett DALI- och KNX TP-system gäller så länge som Casambi-systemets enhet antal hålls lågt samt att armaturerna är tillräckligt nära varandra. Detta bevisades under rubrik 6.5 som även bevisade hur många CBU-TED eller CBU-ASD enheter man kan ha i ett nätverk fören ett Casambi-system blir dyrare än ett DALI- och KNX TP-system.

Om man kombinerar Casambi, DALI och KNX TP kan man involvera valfria dimrar, strömbrytaren och sensorer i systemet. Detta kan dock öka priset eller även sänka beroende på hur många Casambi-ready enheter som krävs och längden busskabel som kan lämnas bort tack vare Casambi. Att involvera Casambi i ett existerande DALI-system är dock väldigt förmånligt, 303,14 €, och kräver endast en mobiltelefon och en CBU-DCS enhet.

Ur resultatet skall det tas i beaktande att priserna kan fluktuera mycket beroende av att det finns olika tillverkare med samma produkter till billigare priser, företag kan ha enskilda avtal med försäljarna samt att det vid köp av större kvantiteter kan erbjudas rabatt.

## **8 Styrning av armaturer som inte har DALI-gränssnitt**

För att komplettera analysen angående Casambi, skall ett Casambi- och KNX TP-systems pris och funktioner jämföras vid styrning av armaturer som inte har DALI-gränssnitt. Om en armatur inte styrs via ett DALI-gränssnitt sker styrningen via antingen bakkant-, framkantstekniken eller 0 – 10 VDC. DALI utesluts ur denna analys eftersom DALI-system är uppbyggt att styra armaturer med DALI-gränssnitt.

## 8.1 Fasklippning

För att bestämma antalet armaturer som Casambi- och KNX TP-systemet kan styra har det valts att armaturernas skenbara effekt i denna analys är 70 VA och avståndet mellan armaturerna är 10 m, som utgör grunden för TP1 kabelns längd.

För att med ett KNX TP-system styra armaturer via bakkant- eller framkantstekniken krävs två nätaggregat för busspänning, TP1 kabel, KNX/IP-gränssnitt, linjekopplare, KNX TP-dimmeraktor och ETS 5 Lite.

KNX TP-dimmeraktorn som har valts för analysen har två kanaler, båda kanalerna har en skenbar effekt på 300 VA vilket betyder en sammanlagd skenbar effekt på 600 VA. Med den sammanlagda skenbara effekten kan dimmeraktorn styra fyra armaturer per kanal, totalt 8 armaturer.

Tabell 14. Produkter för dimning via fasklippning med KNX TP.

Produkt	Pris
320mA nätaggregat för busspänning x 2	313,85 € x 2 = 627,7 €
YCYM 2 x 2 x 0.8 x 80 m	1,217 € / m x 80 m = 97,36 €
KNX/IP-gränssnitt	436,60 €
Linjekopplare	479 €
ETS5 Lite	200 €
KNX TP-dimmeraktor	504 €

[83].

För Casambi-systemet krävs en mobiltelefon och fyra CBU-TED enheter för att styra 8 armaturer. En CBU-TED enhet styr med andra ord två armaturer.

Tabell 15. Produkter för dimning via fasklippning med Casambi.

Produkt	Pris
Mobiltelefon	200 €
CBU-TED x 4	79,89 € x 4 = 319,56 €

Casambi systemets totala kostnad blir därmed 519,56 € medan KNX TP-systemets kostnad blir 2344,66 €. KNX TP-systemet blir därmed 351 % dyrare än Casambi-systemet. KNX TP-systemet skulle även bli dyrare om priset för KNX TP-dimmeraktorn och nätaggregaten skulle halveras.

Med KNX TP-systemet styrs fyra armaturer enligt samma konfigurationer medan i Casambi-systemet styrs endast två armaturer enligt samma konfigurationer. Detta på grund av att fyra armaturer är kopplad till en kanal på KNX TP-dimmeraktorn medan endast två armaturer endast är kopplade till en CBU-TED enhet. Casambi-systemet blir därmed inte endast billigare utan erbjuder bättre styrningsflexibilitet.

Skulle man däremot ha ett system med armaturer vars skenbara effekt är mellan intervallet 100 – 130 VA, så att man med KNX TP-dimmeraktorn skulle kunna styra tre armaturer per kanal och endast styra en armatur med en CBU-TED enhet blir resultatet annorlunda. Casambi-systemets totala pris blir  $200 \text{ €} + 79,89 \text{ €} \times 6 = 679,34 \text{ €}$  vilket fortfarande är billigare än KNX TP-systemets pris, fastän priset för nätaggregaten och KNX TP-dimmeraktorn skulle halveras.

Därmed kan det konstateras att ett Casambi-system är en billigare lösning än ett KNX TP-system vid dimning via fasklippning samtidigt som Casambi erbjuder bättre styrningsflexibilitet.

## 8.2 0 – 10 VDC

0 - 10 VDC styrningen med Casambi sköts med CBU-ASD enheten. En CBU-ASD enhet har en styrströmskapacitet på 7 mA vilket betyder att enheten kan styra en armatur. En KNX TP 0 - 10 VDC styrningsenhet, med en kanal, har en styrströmskapacitet på 100 mA, vilket i jämförelse med CBU-ASD enheten betyder 14 armaturer som mest. 14 armaturer ifall varje

armatur kräver en styrström på 7 mA. För jämförelsens skull har mellanrummet mellan armaturer valts återigen till 10 m, som utgör grunden för TP1 kabelns längd.

För att med Casambi-systemet styra 14 armaturer med 0 - 10 VDC tekniken krävs 14 CBU-ASD enheter och en mobiltelefon. Detta kostar med andra ord  $14 \times 99 \text{ €} + 200 \text{ €} = 1586 \text{ €}$ .

För KNX TP-systemet krävs produkterna enligt tabell 16.

Tabell 16. Produkter för dimning via 0 – 10 VDC med KNX TP.

Produkt	Pris
320mA nätaggregat för busspänning x 2	$313,85 \text{ €} \times 2 = 627,7 \text{ €}$
YCYM 2 x 2 x 0.8 x 140 m	$1,21 \text{ €} / \text{m} \times 140 \text{ m} =$ 170,38 €
KNX/IP-gränssnitt	436,60 €
Linjekopplare	479 €
ETS5 Lite	200 €
KNX TP 0 - 10 VDC styrenhet	286,34 €

[84].

Totala priset för KNX TP-systemet blir därmed 2200,02 €, 39 % dyrare än Casambi-systemet. Dessutom kan man med Casambi-systemet styra alla 14 armaturer skilt medan med KNX TP-systemet styrs alla 14 armaturer sammenligt.

Därmed kan det konstateras att ett Casambi-system är en billigare lösning än ett KNX TP-system vid styrning av armaturer med 0 – 10 VDC samtidigt som Casambi erbjuder bättre styrningsflexibilitet.

## 9 Faktorer vid val av Casambi som systemlösning

I skrivande stund enligt Casambis hemsida finns 221 olika armaturer som har Casambi integrerat i sig. Största delen av de 221 armaturerna är tillverkade av företaget Airam som säljer armaturerna som antingen DALI-styrda eller Casambi-styrda. Casambi-styrda versionerna säljs dock för ett pris som är ungefär 14 % dyrare än DALI-versionen.

Resultatet av bland annat företaget Airam Casambi-styrda armaturer är att man inte behöver köpa skilt en Casambi-ready enhet och montera den samt att armaturens matningskabel kan köpas till ett billigare pris eftersom matningskabeln endast behöver tre ledare i stället för fem. Prisskillnaden konstaterades till 1,45 € / m under rubrik 6.2.

Genom att använda EnOcean brytare/dimmer sparas i materialkostnader approximerat 4 € / brytare och enligt utfrågning av diverse yrkeskunniga elmontörer sparas ungefär 6 min arbetstid per brytare. 6 min arbetstid i pengar ur ett företags synvinkel kan approximeras till  $30 \text{ €} / \text{h} \times (6 \text{ min} / 60 \text{ min}) = 3 \text{ €}$ . 30 € / h kommer från att det kostar ungefär 30 € / h för ett företag att ha en elmontör anställd. Resultatet är en total kostnadssparning på ungefär 7 € / brytare och dimmer i jämförelse med DALI- och KNX TP-strömbrytare och dimmers. Även värt att ta i beaktande är att EnOcean produkter är i samma prisklass som DALI- och KNX TP-dimmers.

## 10 Casambi konkreta fördelar och nackdelar

Enligt examensarbetets teori om Casambi, DALI och KNX TP samt analyser kan konkreta fördelar och nackdelar mellan Casambi och DALI samt mellan Casambi och KNX TP konstateras.

### 10.1 Casambi fördelar gentemot DALI

Casambis fördelar gentemot DALI framställs i listan som följer.

- Ingen begränsning gällande armaturer som används
- Ingen begränsning gällande sensorer som används
- Ingen begränsning gällande strömbrytare/dimrar som används

- Stöder flera standarder
- Flera enheter kan användas i samma nätverk
- Systemet kan styras från allting som stöder Bluetooth exempelvis smartklocka
- Ingen busskabel = ingen extra kostnad för kabel
- Inga kompatibilitetsproblem
- Kan ha flera än 16 grupper/nätverk
- Ingen huvudenhet = systemet fallerar inte om en enhet går sönder
- Enkelt användargränssnitt för icke-tekniskt erfarna personer
- Billigare att styra mindre system där armaturerna har DALI-gränssnitt.

### **10.2 Casambi nackdelar gentemot DALI**

Casambis nackdelar gentemot DALI framställs i listan som följer.

- Casambis räckvidd kan inte säkerställas i planeringsskede
- Dyrare att styra nödbelysning med DALI-gränssnitt
- Dyrare att styra ett större system där armaturerna har DALI-gränssnitt
- Finns inget konfigureringsprogram skapat för PC
- Sämre skapat för fjärrstyrning.

### **10.3 Casambi fördelar gentemot KNX TP**

Casambis fördelar gentemot KNX TP framställs i listan som följer.

- Ingen busskabel krävs = billigare både materialkostnader och installationskostnader
- Billigare och enklare att styra enskilda armaturer
- Billigare vid styrning med 0 – 10 VDC och fasklippning

- Billigare att styra armaturer utan DALI-gränssnitt
- Ingen huvudenhet = systemet fallerar inte om en enhet går sönder
- Ingen begränsning gällande sensorer som används
- Ingen begränsning gällande strömbrytare/dimrar som används
- Stöder flera standarder
- Krävs ingen linjekopplare eller liknande enheter för ett fungerande system
- Enkelt användargränssnitt för icke tekniskt erfarna personer
- Billigare att styra mindre system där armaturerna har DALI-gränssnitt
- Ingen kostnad för konfigureringsprogram.

#### **10.4 Casambi nackdelar gentemot KNX TP**

Casambis nackdelar gentemot KNX TP framställs i listan om följer.

- Casambis räckvidd kan inte säkerställas i planeringsskede
- Finns inget konfigureringsprogram skapat för PC
- Dyrare att styra större system där armaturerna har DALI-gränssnitt
- Casambi är sämre skapat för fjärrstyrning
- KNX TP kan användas för att styra mera än belysning.

### **11 Sammanfattning**

Angående Casambi kan man ur examensarbetet konstatera att Casambi är ett system som erbjuder fler än en lösning för varje belysningsstyrnings problem. Casambi erbjuder möjlighet att använda valfria dimrar, strömbrytaren och sensorer utan extra enheter. Med Casambi är det enkelt och billigt att integrera ihop systemet med andra system.

Man kan också konstatera att ett system för belysningsstyrning bestående av Casambi gör jobbet enklare för elmontörer i form av mindre kabeldragning och kopplingar i jämförelse av ett system bestående av antingen DALI eller KNX TP. Detta ser inte ut på ytan att vara en märkvärdig ekonomisk vinst men är högst troligen och påverkar elmontörernas arbetsmotivation som sedan kan leda till att produktiviteten ökar. Samtidigt som det minskar tiden det tar för ett projekt att bli klart.

I ett system var armaturernas styrningsätt är via DALI, kommer Casambi vara en dyrare lösning om enhets antalet för CBU-TED överstiger det som anges under rubrik 6.5 eller om CBU-ASD antalet överstiger det som anges under rubrik 6.5 per nätverk. Nödbelysnings styrning av nödbelysnings armaturer med DALI-gränssnitt lönar sig aldrig med Casambi sett ur den ekonomiska synvinkeln. Man får dock samma funktioner från ett Casambi-system som man kan få av ett DALI-system. Bevisningen av påståenden finns under rubrik 6 – 7.

Med ett Casambi-system får man bredare styrmöjligheter och funktioner än med ett KNX TP-system samtidigt som det är billigare att styra armaturer med Casambi. Ett Casambi-system blir billigare än ett KNX TP-system vid styrning via fasklippning och 0 – 10 VDC. Att styra ett system bestående av armaturer med DALI-gränssnitt blir billigare med Casambi tills ett visst antal Casambi-enheter behöver användas, bevisat under rubrik 6.5. I övrigt kan man få samma styrningsmöjligheter och funktioner med Casambi som med KNX TP.

Med Casambi kan man integrera ihop flera system och utnyttja flera systems funktioner och egenskaper än vad man kan med DALI och KNX TP. Casambi erbjuder sammanfattningsvis samma funktioner och egenskaper som DALI och KNX TP samt mera.

Casambi verkar även vara en lösning som ursprungligen skulle vara för småskaliga system och sedan inte hunnit med i utvecklingen. Motiveringen till detta är att enda sättet för konfiguration av Casambi-nätverk och enheter är via Casambi-applikationen samt att enda Casambi-gateway för fjärrstyrning är att ha Casambi-applikationen körandes. Det finns inget program skapat specifikt för en PC att konfigurera nätverket och armaturerna samt heller ingen specifikt skapad Casambi-gateway, i stället måste exempelvis en mobiltelefon hållas i gång medan Casambi-applikationen körs i bakgrunden. Konfigurationsprogram för PC och en specifik gateway känns som självklara produkter som borde ha funnits med från start eller blivit utvecklade före detta examensarbete.

Utifrån examensarbetet rekommenderas att om trådlös styrning och valfria armaturer, dimrar och sensorer önskas skall Casambi användas. Skall ett större system som består av armaturer med DALI-gränssnitt styras rekommenderas att DALI används på grund av lägre kostnad. Nödbelysningen rekommenderas även av samma orsak att styras via DALI. Vill man dock involvera valfria sensorer och/eller dimrar i DALI-systemet, kan man enkelt och förmånligt integrera Casambi ihop med DALI-systemet via en CBU-DCS enhet.

Sammanfattningsvis kan det sägas att Casambi har flera fördelar än nackdelar gentemot DALI och KNX TP. Casambi är ett bra alternativ i stället för DALI eller KNX TP för belysningsstyrning beroendes på omständigheterna. Med omständigheterna hänvisas det till ekonomin, antalet armaturer, hur armaturerna styrs och önskemål angående styrningen. Casambi kan användas som antingen ensamt system eller som en del av ett system för belysningsstyrning. Casambis starka sidor består av systemets flexibilitet, integrationsmöjligheter och enkelhet. Casambis svaga sidor består av ekonomiska kostnaden i större DALI-styrda system, fjärrstyrningens begränsningar, uteblivet konfigurationsprogram skapat för PC och räckvidden som inte kan garanteras till 100 % i planeringsskede.

## 12 Referenslista för ett Casambi-system

Vad som krävs för att skapa ett fungerande Casambi-system är Casambi-applikationen på exempelvis en mobiltelefon och en Casambi-ready enhet. Casambi-ready enheten kan vara vilken enhet som helst, beroende på vad man vill styra. Antalet av Casambi-ready enheterna beror på antalet armaturer man skall styra med Casambi-systemet.

Tabell 17. Förklaring av ändamål för företaget Casambi Technologies Oy produkter.

Enhet	Ändamål
Mobiltelefon/smartklocka/Chromebook	Casambi-applikationen för konfigureringen / Casambi-gateway
CBU-DCS	Casambi/DALI-gateway

CBU-A2D	0 - 10 VDC styrning / tryckknapp med impulsfjäder / styra DALI-enheter
CBU-TED	Dimning via fasklippning
CBU-ASD	0 – 10 VDC styrning eller styrning av armaturer med DALI-gränssnitt
CBU-PWM4	LED-band med 12 - 24 VDC matning
Casambi XPRESS	Konfigurerbar trådlös strömbrytare

### 13 Fortsatta analysmöjligheter och tankar

Efter examensarbetets sammanfattning var skriven fanns det fortfarande analysmöjligheter och tankar som var obesvarade eftersom det helt enkelt inte hörde till examensarbetet och/eller inte var aktuellt för analysering vid tidpunkten för skrivandet av examensarbetet.

Det som inte hörde till examensarbetet är hur bra ett Casambi-system är i förhållande till ett annat trådlöst system exempelvis Zigbee eller KNX RF.

Analysmöjligheter som inte var aktuella vid skrivande av examensarbetet var ifall Casambi kommer vara en lika bra lösning eller dellösning ännu efter exempelvis 10 år. DALI-enheter och armaturer ökar hela tiden på marknaden samt att Digital Illumination Interface Alliance utvecklar trådlösa och IP-baserade lösningar för styrning av DALI-armaturer. Kommer kompatibilitetsproblem att uppstå i framtiden mellan Casambi-ready enheter om exempelvis CPU:n måste bytas till en effektivare.

## 14 Referenser

- [1] Walkia AB - Walkia Lightning, "Belysningsstyrning," u.å. [Online]. Available: <https://walkia.se/blog/belysningsstyrning>. [Använd 22 november 2021].
- [2] B+B Thermo-Technik GmbH, "Building automation," u.å. [Online]. Available: <https://shop.bb-sensors.com/en/Measurement-by-branches/Building-automation/Brightness-sensor-with-measuring-transducer-0-10-V.html>. [Använd 22 november 2021].
- [3] Hornbach, "Rörelsedetektorer & skymningsrelän," u.å. [Online]. Available: <https://www.hornbach.se/shop/Rorelsedetektor-IP44-180-vit/4673551/artikel-detaljer.html>. [Använd 22 november 2021].
- [4] Electrical4u, "Different Types of Lamps And Their Applications," 1 Mars 2021. [Online]. Available: <https://www.electrical4u.com/lamps-types-and-performance-comparison/>. [Använd 29 November 2021].
- [5] TaylorScully, "What is RGB Lighting? Top 5 RGB LED Strips & Lights," Februari 2021. [Online]. Available: <https://www.ledsupply.com/blog/rgb-lighting-guide-to-the-top-5-rgb-led-strips-lights/>. [Använd 29 November 2021].
- [6] USAI lighting, LLC, "Color Select® Tunable White," u.å. [Online]. Available: <https://www.usailighting.com/color-select>. [Använd 29 November 2021].
- [7] S. Williams, "LED Drivers: What Are They And Which Do I Need?," 28 September 2017. [Online]. Available: <https://www.homeelectrical.com/what-led-driver-and-why-do-i-need-it.6.html>. [Använd 29 November 2021].
- [8] Lampornu.se, "Transformatorer och drivdon till lysrör, armaturer och LED," 2021. [Online]. Available: <https://www.lampornu.se/blog/transformatorer-och-drivdon-till-lysrer-armaturer-led>. [Använd 29 November 2021].
- [9] T. Oksala, "Dimning," 4 Maj 2016. [Online]. Available: <http://www.light.fi/blog/category/dimming/>. [Använd 30 November 2021].
- [10] Casambi Technologies Oy, "Interoperability," 2021. [Online]. Available: <https://casambi.com/why-casambi/interoperability/>. [Använd 27 november 2021].
- [11] Casambi Technologies Oy, Casambi Technologies Oy, u.å.
- [12] Google LLC, "What is a mesh network," u.å. [Online]. Available: <https://support.google.com/googlenest/answer/7182746?hl=en>. [Använd november 23 2021].
- [13] Casambi Technologies Oy, "Bluetooth low energy – the key to a smart lighting boom," 10 April 2017. [Online]. Available:

- <https://casambi.com/news/marketing-engineerit/>. [Använd 21 December 2021].
- [14] Bluetooth SIG, Inc, "Learn about bluetooth," 2021. [Online]. Available: <https://www.bluetooth.com/learn-about-bluetooth/tech-overview/>. [Använd 27 November 2021].
- [15] Wikipedia Foundation, Inc, "Bluetooth Low energy," 3 oktober 2021. [Online]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Bluetooth\\_Low\\_Energy](https://en.wikipedia.org/wiki/Bluetooth_Low_Energy). [Använd 27 November 2021].
- [16] Casambi Technologies Oy, "Ecosystem - CBU-A2D," 2021. [Online]. Available: <https://casambi.com/ecosystem/cbu-a2d/>. [Använd 26 november 2021].
- [17] Casambi Technologies Oy, "CBU-A2D [Datablad]," 2021. [Online]. Available: [https://f.hubspotusercontent40.net/hubfs/7177595/Data%20sheets/CBU\\_A2D\\_Data-Sheet\\_EU\\_EN\\_2\\_0.pdf](https://f.hubspotusercontent40.net/hubfs/7177595/Data%20sheets/CBU_A2D_Data-Sheet_EU_EN_2_0.pdf). [Använd 26 november 2021].
- [18] Casambi Technologies Oy, "Ecosystem - CBU-TED," 2021. [Online]. Available: [https://f.hubspotusercontent40.net/hubfs/7177595/Data%20sheets/CBU\\_TED\\_Data-Sheet\\_EU\\_EN\\_2\\_0.pdf](https://f.hubspotusercontent40.net/hubfs/7177595/Data%20sheets/CBU_TED_Data-Sheet_EU_EN_2_0.pdf). [Använd 25 november 2021].
- [19] Casambi Technologies Oy, "CBU-ASD [datablad]," 2021. [Online]. Available: [https://f.hubspotusercontent40.net/hubfs/7177595/Data%20sheets/CBU\\_ASD\\_Data-Sheet\\_EU\\_EN\\_2\\_1.pdf](https://f.hubspotusercontent40.net/hubfs/7177595/Data%20sheets/CBU_ASD_Data-Sheet_EU_EN_2_1.pdf). [Använd 25 november 2021].
- [20] Casambi Technologies Oy, "CBU-DSC [datablad]," 2021. [Online]. Available: [https://f.hubspotusercontent40.net/hubfs/7177595/Data%20sheets/English/CBU\\_DCS\\_Data-Sheet\\_EU\\_EN\\_2\\_0\\_24092021.pdf](https://f.hubspotusercontent40.net/hubfs/7177595/Data%20sheets/English/CBU_DCS_Data-Sheet_EU_EN_2_0_24092021.pdf). [Använd 25 november 2021].
- [21] Casambi Technologies Oy, "CBU-PWM4 [Datablad]," 2021. [Online]. Available: [https://f.hubspotusercontent40.net/hubfs/7177595/Data%20sheets/CBU\\_PWM4\\_Data-Sheet\\_EU\\_EN\\_2\\_0.pdf](https://f.hubspotusercontent40.net/hubfs/7177595/Data%20sheets/CBU_PWM4_Data-Sheet_EU_EN_2_0.pdf). [Använd 26 november 2021].
- [22] Casambi Technologies Oy, "Ecosystem - Casambi Xpress," 2021. [Online]. Available: <https://casambi.com/ecosystem/xpress/>. [Använd 27 november 2021].
- [23] Casambi Technologies Oy, "Casambi solutions," 2021. [Online]. Available: <https://casambi.com/why-casambi/solution/>. [Använd 27 November 2021].
- [24] Casambi Technologies Oy, "Who will win the smart lighting control standards battle?," 22 Februari 2018. [Online]. Available: <https://casambi.com/blog/who-will-win-the-smart-lighting-control-standards-battle/>. [Använd 21 December 2021].
- [25] Casambi Technologies Oy, "Casambi News "Casambi launches Cloud API"," 1 April 2020. [Online]. Available: <https://casambi.com/news/functionality-cloud-api/>. [Använd 10 Mars 2022].
- [26] Casambi Technologies Oy, "Casambi data logging and API," 22 Februari 2021. [Online]. Available:

[https://developer.casambi.com/static/guides/Casambi\\_data\\_logging\\_and\\_API.pdf](https://developer.casambi.com/static/guides/Casambi_data_logging_and_API.pdf). [Använd 10 Mars 2022].

- [27] Casambi Technologies Oy, "Casambi - Developer Site," u.å. [Online]. Available: <https://developer.casambi.com/faq#datapoint>. [Använd 10 Mars 2022].
- [28] Casambi Technologies Oy, "Casambi Support "Casambi API FAQ"," 11 Augusti 2021. [Online]. Available: <https://support.casambi.com/support/solutions/articles/12000081504-is-the-casambi-api-free->. [Använd 10 Mars 2022].
- [29] Casambi Technologies Oy, "Casambi support "smart switching"," 8 September 2020. [Online]. Available: <https://support.casambi.com/support/solutions/articles/12000021627-smart-switching>. [Använd 12 Mars 2022].
- [30] Casambi Technoliges Oy, "Casambi News "Casambi supports iBeacons"," 21 Januari 2015. [Online]. Available: <https://casambi.com/news/product-ibeacon/>. [Använd 13 Mars 2022].
- [31] EnOcean GmbH, "Easyfit Single / Double Rocker Pad for BLE - ESRPB / EDRPB," 2022. [Online]. Available: <https://www.enocean.com/en/product/easyfit-single-double-rocker-pad-for-ble-esrpb-edrpb/?frequency=bluetooth>. [Använd 13 Mars 2022].
- [32] Art4Light, "Casambi radio- och vågfrågor," 2021. [Online]. Available: <https://sv.casambi-enabled-products.com/pages/casambi-radio-and-wave-issues>. [Använd 21 December 2021].
- [33] Wikipedia Foundation,Inc, "Digital Addressable Lighting Interface," 21 November 2021. [Online]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Digital\\_Addressable\\_Lighting\\_Interface](https://en.wikipedia.org/wiki/Digital_Addressable_Lighting_Interface). [Använd 20 December 2021].
- [34] Digital Illumination Interface Alliance, "Introducing DALI," 2021. [Online]. Available: <https://www.dali-alliance.org/dali/>. [Använd 16 Januari 2022].
- [35] Digital Illumination Interface Alliance, "DALI protocol: Key features," 2021. [Online]. Available: <https://www.dali-alliance.org/dali/keyfeatures.html>. [Använd 22 December 2021].
- [36] Digital Illumination Interface Alliance, "DALI standard IEC 62386," 2021. [Online]. Available: <https://www.dali-alliance.org/dali/standards.html#cgfunctions>. [Använd 16 Januari 2022].
- [37] Digital Illumination Interface Alliance, "Overview of DALI-2 certification," 2021. [Online]. Available: <https://www.dali-alliance.org/dali2/>. [Använd 16 Januari 2022].
- [38] DIIA, "DALI Data," 2021. [Online]. Available: <https://www.dali-alliance.org/dali/data.html>. [Använd 27 December 2021].

- [39] Digital Illumination Interface Alliance, "DALI-2 systems and components," 2021. [Online]. Available: <https://www.dali-alliance.org/systems/>. [Använd 22 December 2021].
- [40] Helvar Oy AB, "DIGIDIM Toolbox Software Suite," 2021. [Online]. Available: <https://helvar.com/sv/product/digidim-toolbox/>. [Använd 3 Januari 2022].
- [41] NVC International Holdings Limited, "What is DALI," u.å. [Online]. Available: <https://www.nvcuk.com/technical/what-is-dali-/460.htm>. [Använd 21 December 2021].
- [42] Digital Illumination Interface Alliance, "DALI standard IEC 62386," 2021. [Online]. Available: <https://www.dali-alliance.org/dali/standards.html>. [Använd 17 Januari 2022].
- [43] Digital Illumination Interface Alliance, "DALI Emergency," 2021. [Online]. Available: <https://www.dali-alliance.org/dali2/status.html>. [Använd 28 December 2021].
- [44] Tridonic GmbH & Co KG, "DALI manual [datablad]," 2021. [Online]. Available: [https://www.tridonic.se/se/download/technical/DALI-manual\\_en.pdf](https://www.tridonic.se/se/download/technical/DALI-manual_en.pdf). [Använd 5 Januari 2022].
- [45] Helvar Oy Ab, "Routrar," 2021. [Online]. Available: <https://helvar.com/sv/product-category/lighting-control/routers/>. [Använd 6 Januari 2022].
- [46] Helvar, "DALI Repeater (405) [Datablad]," 21 September 2019. [Online]. Available: [https://helvar.com/wp-content/uploads/2019/02/405\\_DATASHEET\\_EN-2.pdf](https://helvar.com/wp-content/uploads/2019/02/405_DATASHEET_EN-2.pdf). [Använd 22 December 2021].
- [47] Meoto Luce GmbH, "Steuerung [Datablad]," 28 September 2021. [Online]. Available: [https://www.moltoluce.com/files/\\_datafile/28/301093/28-301093\\_Datenblatt1\\_E\\_ENG.pdf](https://www.moltoluce.com/files/_datafile/28/301093/28-301093_Datenblatt1_E_ENG.pdf). [Använd 22 December 2021].
- [48] Digital Illumination Interface Alliance, "Product database," 2021. [Online]. Available: <https://www.dali-alliance.org/products>. [Använd 23 December 2021].
- [49] ABB Ltd, "ABB i-bus® KNX DALI -ohjaimet," 2021. [Online]. Available: <https://new.abb.com/low-voltage/fi/tuotteet/kiinteistoautomaatio-kotiautomaatio/uutiset/dali-ohjaimet-valaistukseen>. [Använd 23 December 2021].
- [50] Wikipedia Foudnation Inc, "KNX," 14 Juni 2021. [Online]. Available: <https://sv.wikipedia.org/wiki/KNX>. [Använd 5 Januari 2022].
- [51] KNX Association, "A brief introduction to KNX," 2022. [Online]. Available: <https://www.knx.org/knx-en/for-professionals/What-is-KNX/A-brief-introduction/>. [Använd 5 Januari 2022].

- [52] KNX Association, "KNX basics," u.å. [Online]. Available: [https://www.knx.org/wAssets/docs/downloads/Marketing/Flyers/KNX-Basics/KNX-Basics\\_en.pdf](https://www.knx.org/wAssets/docs/downloads/Marketing/Flyers/KNX-Basics/KNX-Basics_en.pdf). [Använd 5 Januari 2022].
- [53] Zencontrol, "DALI 2.0 vs KNX [datablad]," u.å. [Online]. Available: [https://zencontrol.com/wp-content/uploads/downloads/zencontrol\\_KNX-vs-DALI.pdf](https://zencontrol.com/wp-content/uploads/downloads/zencontrol_KNX-vs-DALI.pdf). [Använd 13 Januari 2022].
- [54] Ahlsell, "Energiamittari Schneider Electric KNX 3x230V/16A DIN," u.å. [Online]. Available: <https://www.ahlsell.fi/34/sahko/asennustuotteet-11-28/28-vayla--ja-kiinteistoautomaatiojarjestelmat/knx/energiamittaus/energiamittarit/2820294/#>. [Använd 18 Januari 2022].
- [55] Ahlsell, "KNX valonsäätimet," u.å. [Online]. Available: <https://www.ahlsell.fi/34/sahko/asennustuotteet-11-28/28-vayla--ja-kiinteistoautomaatiojarjestelmat/knx/valonsaatimet/>. [Använd 12 Januari 2022].
- [56] Onninen, "KNX valonsäädin," 2022. [Online]. Available: <https://www.onninen.fi/search?term=knx%20valons%C3%A4%C3%A4din>. [Använd 18 Januari 2022].
- [57] ABB, "Detailed information for: DG/S2.64.5.1," 2022. [Online]. Available: <https://new.abb.com/products/2CDG110274R0011/dg-s2-64-5-1>. [Använd 18 Januari 2022].
- [58] KVS Oy, "CBU-TED 230VAC HIMMENNIN," 2022. [Online]. Available: <https://kvsstore.fi/tuotteet/cbu-ted-230vac-himmennin/>. [Använd 8 April 2022].
- [59] KVS Oy, "D220WCM LED-HIMMENNI," 2022. [Online]. Available: <https://kvsstore.fi/tuotteet/vd220wcm-led-himmennin/>. [Använd 8 April 2022].
- [60] KVS Oy, "DALI/0-10V/1-10V OHJAUSYKSIKKÖ," 2022. [Online]. Available: <https://kvsstore.fi/tuotteet/dali-0-10v-1-10v-ohjausyksikko/>. [Använd 8 April 2022].
- [61] Taloon Yhtiöt Oy, "LED-valonsäädin Airam 300W," 2021. [Online]. Available: <https://www.taloon.com/led-valonsaadin-airam-300w>. [Använd 8 April 2022].
- [62] Taloon Yhtiöt Oy, "Kytkin ELKO RS Nordic 1-kytkin IP21 pinta-asenteinen JL kirkkaan valkoinen," 2021. [Online]. Available: <https://www.taloon.com/kytkin-elko-rs-nordic-1-kytkin-ip21-pinta-asenteinen-jl-kirkkaan-valkoinen>. [Använd 8 April 2022].
- [63] KVS Oy, "XPRESS-KYTKIN MUSTA," 2022. [Online]. Available: <https://kvsstore.fi/tuotteet/xpress-kytkin-musta/>. [Använd 8 April 2022].

- [64] KVS Oy, "CBU-PWM4 NELIKANAVAINEN PWM-HIMMENNIN 6A," 2022. [Online]. Available: <https://kvsstore.fi/tuotteet/cbu-pwm4-nelikanavainen-pwm-himmennin-6a/>. [Använd 8 April 2022].
- [65] LedLife Oy, "Verkkolaite 230VAC/12VDC – 36W / 3A," 2022. [Online]. Available: <https://kauppa.ledlife.fi/tuote/verkkolaite-12-vdc-3-0-a/>. [Använd 8 April 2022].
- [66] KVS Oy, "CASAMBI HIGHBAY PIR DALI & RELAY OUT, RECESSED," 2022. [Online]. Available: <https://kvsstore.fi/tuotteet/casambi-highbay-pir-dali-relay-out-recessed/>. [Använd 8 April 2022].
- [67] SLO Oy, "LIIKETUNNISTIN - IS 1 PIR MUS," 2022. [Online]. Available: <https://verkkokauppa.slo.fi/fi/liiketunnistin-is-1-pir-mus-3515231>. [Använd 11 April 2022].
- [68] KVS Oy, "BASICDIM LANGATON PÄIVÄNVALO/ LÄSNÄOLOANTURI," 2022. [Online]. Available: <https://kvsstore.fi/tuotteet/basicdim-langaton-paivanvalolasnaoloanturi/>. [Använd 9 April 2022].
- [69] KVS Oy, "BASICDIM WIRELESS G2," 2022. [Online]. Available: <https://kvsstore.fi/tuotteet/basicdim-wireless-g2/>. [Använd 8 April 2022].
- [70] e-term, "sceneCOM evo DA2," 2021. [Online]. Available: <https://www.e-term.at/detail/index/sArticle/42219>. [Använd 8 April 2022].
- [71] SLO Oy, "Liiketunnistin - IS3360 SQ COM1 360 IP54 PKA V," 2022. [Online]. Available: <https://verkkokauppa.slo.fi/fi/liiketunnistin-is3360-sq-com1-360-ip54-pka-v-2604306>. [Använd 8 April 2022].
- [72] SLO Oy, "Hae - mmj," 2022. [Online]. Available: <https://verkkokauppa.slo.fi/fi/liiketunnistin-is2360-3-eco-360-ip54-val-2604249?q=mmj%20>. [Använd 9 April 2022].
- [73] KNX Organisation, "ETS Professional," 2022. [Online]. Available: <https://www.knx.org/knx-en/for-professionals/software/ets-professional/>. [Använd 9 April 2022].
- [74] SLO Oy, "Väylämuunnin - DALI Gateway PRO DIN 1ch," 2022. [Online]. Available: <https://verkkokauppa.slo.fi/fi/vaylamuunnin-dali-gateway-pro-din-1ch-2816130>. [Använd 9 April 2022].
- [75] SLO Oy, "TEHOLÄHDE - TEHOLÄHDE 320MA DIN KNX," 2022. [Online]. Available: <https://verkkokauppa.slo.fi/fi/vaylamuunnin-dali-gateway-pro-din-1ch-2816130>. [Använd 9 April 2022].
- [76] SLO Oy, "Argus 360 KNX - MTN630819 Läsnaolotunnistin," 2022. [Online]. Available: <https://verkkokauppa.slo.fi/fi/argus-360-knx-mtn630819-lasnaolotunnistin-2820106>. [Använd 9 April 2022].

- [77] SLO Oy, "KNX Väyläkaapeli 100m - TG018 2x2x0.8mm2," 2022. [Online]. Available: <https://verkkokauppa.slo.fi/fi/knx-vaylakaapeli-100m-tg018-2x2x0-8mm2-2803385>. [Använd 9 April 2022].
- [78] SLO Oy, "VÄYLÄMUUNNIN KNX - KNX IP-RAJAPINTA SECURE," 2022. [Online]. Available: <https://verkkokauppa.slo.fi/fi/vaylamuunnin-knx-knx-ip-rajapinta-secure-2816117>. [Använd 9 April 2022].
- [79] SLO Oy, "VÄYLÄMUUNNIN SECURE KNX - MTN6500-0101 LINJA/ALUEYHDISTI," 2022. [Online]. Available: <https://verkkokauppa.slo.fi/fi/vaylamuunnin-secure-knx-mtn6500-0101-linja-alueyhdisti-2816119>. [Använd 9 April 2022].
- [80] SLO Oy, "PAINIKEVIPU EXXACT - KNX 1 TOIMINTO IP20 UK VAL," 2022. [Online]. Available: <https://verkkokauppa.slo.fi/fi/painikevipu-exxact-knx-1-toiminto-ip20-uk-val-2816161>. [Använd 10 April 2022].
- [81] Casambi Technologies Oy, "Casambi DALI Gateway – Enabling wireless DALI networks," u.å. [Online]. Available: [https://casambi.com/wp-content/uploads/2020/06/4.0-DALI-Gateway\\_rev1.2-shared.pdf](https://casambi.com/wp-content/uploads/2020/06/4.0-DALI-Gateway_rev1.2-shared.pdf). [Använd 11 April 2022].
- [82] KVS Oy, "CASAMBI DALI-OHJAIN," 2022. [Online]. Available: <https://kvsstore.fi/tuotteet/casambi-dali-ohjain/>. [Använd 11 April 2022].
- [83] SLO Oy, "VALONSAÄDIN KNX - 2X300VA LED UNIVERSAL DIN," 2022. [Online]. Available: <https://verkkokauppa.slo.fi/fi/valonsaadin-knx-2x300va-led-universal-din-2820285>. [Använd 10 April 2022].
- [84] SLO Oy, "OHJAUSYKSIKKÖ 0-10V 1-KAN.KNX - MTN647091 LÄHTÖYKSIKKÖ," 2022. [Online]. Available: <https://verkkokauppa.slo.fi/fi/ohjausyksikko-0-10v-1-kan-knx-mtn647091-lahtoyksikko-2820114>. [Använd 11 April 2022].

15 Bilagor

