

# **Kvalitetssäkring för arbetsprocess i modulhus**

## **Handbok för elarbeten i modulhus**

Robin Lyttbacka

Examensarbete för ingenjör (YH)-examen

Utbildningsprogrammet för elektroteknik

Vasa 2017



## EXAMENSARBETE

Författare: Robin Lyttbacka  
Utbildningsprogram och ort: Elektroteknik, Vasa  
Inriktningalternativ: Automationsteknik  
Handledare: Lars Enström

Titel: Kvalitetssäkring för arbetsprocess i modulhus

---

Datum 3.4.2017      Sidantal 55      Bilagor 3

---

### Abstrakt

Examensarbetet har utförts åt BotniaSec i Oravais. BotniaSec utför elarbeten, väktararbeten och säkerhetsarbeten åt privatkunder och företag. Syftet var att få fram en manual som alla inblandade parter kan utgå från. Detta för att dels underlätta arbetet för nyanställda och dels för att minska på reklamarbeten.

I manualen framkommer det hur de olika arbetsprocesserna ser ut och hur de ska utföras. Material som har använts för att följa upp standarder är SFS-6000. Anställda på BotniaSec har också hjälpt till att forma en fullständig manual.

Slutresultatet blev en manual som steg för steg tar upp de olika arbetsprocesserna och hur dessa utförs. Arbetsprocesserna har blivit indelade i tre huvudgrupper: elplanering, elinstallation och ibruktagningsbesiktning. En checklista till varje process är också inkluderad.

BotniaSec önskade även inkludera information om hur automationssystem kunde implementeras i modulhus. Därför har information om två automationssystem tagits med. Hur dessa planeras, installeras och tas i bruk beskrivs.

---

Språk: svenska      Nyckelord: elplanering, elinstallation, ibruktagning

---

## OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Robin Lyttbacka  
Koulutusohjelma ja paikkakunta: Sähkötekniikka, Vaasa  
Suuntautumisvaihtoehto: Automaatiotekniikka  
Ohjaaja: Lars Enström

Nimike: Moduulitalon työprosessin laadunvarmistus

---

Päivämäärä 3.4.2017 Sivumäärä 55 Liitteet 3

---

### Tiivistelmä

Työ on suoritettu BotniaSecille joka sijaitsee Oravaisissa. Tavoitteena työssä oli tuottaa kaikille osapuolille dokumentti, mistä työnteossa voisi ottaa mallia. Tämä helpottaisi uusien työntekijöiden työtä ja vähentäisi reklamaatiotyötä.

Käsikirja kertoo, miltä eri työprosessit näyttävät ja miten ne tulisi suorittaa. Materiaali, jota on käytetty vaatimukseen tulee SFS-6000-kirjasta. BotniaSecin työntekijät ovat olleet mukana ja auttoivat luomaan täydellisen käsikirjan.

Lopputuloksena on manuaali, joka askel askeleelta kertoo eri työprosesseista ja miten ne tulisi suorittaa. Työprosessit on jaettu kolmeen pääryhmään: sähkösuunnittelu, sähköasennukset ja käyttöönottotarkastus. Tarkistuslista jokaista prosessia varten löytyy myös.

BotniaSec halusivat myös sisällyttää tietoa automaatiojärjestelmistä, ja miten näitä voitaisiin integroida moduulitaloihin, joten siksi käsitellään kahta automaatiojärjestelmää. Kuvataan miten nämä suunnitellaan, asennetaan ja otetaan käyttöön.

---

Kieli: ruotsi Avainsanat: sähkösuunnittelu, sähköasennus, käyttöönotto

---

## BACHELOR'S THESIS

Author: Robin Lyttbacka  
Degree Programme: Electrical Technology  
Specialization: Automation Engineering  
Supervisors: Lars Enström

Title: Approvals for Work Processes in Modular Houses

---

Date April 3, 2017      Number of pages 55      Appendices 3

---

### Abstract

This thesis work has been made for BotniaSec in Oravainen. The aim of the work is to produce a manual for all involved parties to work from. This is to ease the work process, partly for the new employees but also to reduce the complaints work.

The manual shows what the different work processes look like and how they should be executed. Materials that have been used for the standards are from SFS-6000. Employees of BotniaSec have also been involved in helping out with the manual.

The end result is a manual that describes step by step how various electrical work processes should be executed. The work processes have been divided into three main groups: Electrical design, electrical installation and commissioning inspection. A checklist for each process is also included.

BotniaSec wished for a chapter about automation system control and how these systems could be implemented in modular houses. Therefore, information about two automation systems has been included in the manual. It is also explained how these are planned, installed and put into use.

---

Language: Swedish      Key words: electrical design, electrical installation, commissioning

---

# Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
1.1	Bakgrund .....	1
1.2	Uppdragsgivaren (BotniaSec) .....	1
1.3	Syfte .....	2
2	Programvara och automationssystem .....	2
2.1	CADS Planner .....	2
2.2	KNX .....	2
2.2.1	Uppbyggnad av KNX-system .....	3
2.2.2	KNX-enheter .....	11
2.2.3	Programmering i ETS.....	18
2.3	ABB free@home.....	23
2.3.1	Programmering av ABB free@home.....	25
3	Teori gällande elmateriel .....	30
3.1	Kablar och ledare.....	30
3.1.1	Identifiering av ledare och ledarareor .....	31
3.1.2	Kablarnas beteckningar och betydelse .....	33
3.1.3	Yttre påverkningar gällande kabelinstallation .....	34
3.2	Jordfelsbrytare .....	35
3.2.1	Jordfelsbrytarens märkvärden.....	35
3.2.2	Användning av jordfelsbrytare .....	37
3.3	Dvärgbrytare .....	38
3.3.1	Olika typer av dvärgbrytare och dess märkvärden.....	38
3.4	Jordning och potentialutjämning .....	40
3.4.1	Jordningens definitioner.....	40
4	Elplanering.....	41
5	Elinstallation .....	42
5.1	Utförande av kabeldragning och dosinstallation.....	43
5.2	Gruppcentralens placering och installation.....	45
5.3	Installation av belysning och uttag.....	45
5.4	Installation av data/TV .....	45
5.5	Installation av brandalarm .....	46
6	Ibruktagningsbesiktning .....	47
7	Lagar bestämmelser och standarder som berör elarbeten .....	48
8	Resultat och sammanfattning.....	53
9	Diskussion .....	54
10	Källförteckning .....	55

**Figurförteckning**

**Tabellförteckning**

**Bilagor**

# 1 Inledning

Detta examensarbete handlar om hur elarbeten utförs i modulhus. Examensarbetet behandlar hela arbetsprocessen från planering till ibruktagningsbesiktning. Uppdragsgivaren ville också att examensarbetet skulle behandla automationssystem som kunde användas i modulhus, därför har automationssystemen KNX och ABB free@home inkluderats.

I examensarbetet behandlas först teori för de olika systemen och sedan till en viss del viktiga komponenter som krävs i en elinstallation. Vidare i examensarbetet fås information om hur elplaneringen går tillväga, hur själva elinstallationen utförs och hur ibruktagningsbesiktningen utförs.

Relevanta lagar, bestämmelser och standarder hittas i slutet av detta arbete.

## 1.1 Bakgrund

Bakgrunden till arbetet har varit egna erfarenheter från elinstallation i modulhus och information från anställda vid uppdragsgivaren. Även olika standarder och andra informationskällor har använts i detta examensarbete.

## 1.2 Uppdragsgivaren (BotniaSec)

Företaget BotniaSec består av tre sektioner. Den första, Security, sköter om väktararbete, genom olika bevaknings- och ordningsvaktsuppdrag. Vaktarna utför uppgifter som innefattar t.ex. lokalbevakning, uttryckningar och personskydd. Den andra sektionen, Safety, har som huvudsaklig uppgift att analysera och planera brandalarm, miljöalarm, evakuering och trygghetslarm. Den sista sektionen, Teknik, sköter om elplanering och elinstallationer för privatpersoner och företag. Inom tekniksektorn installeras även olika sorters bevakningssutrustning. (Botniasec, u.d.)

### 1.3 Syfte

Syftet med arbetet är att få fram ett dokument som kan vägleda nya anställda och säkerställa att arbeten utförs på korrekt sätt. Innehållsförteckningen till manualen hittas i bilaga 1. Med dokumentet hoppas man också kunna minska på reklamationer och slarvfel p.g.a. otillräcklig information och kommunikationsbrister.

## 2 Programvara och automationssystem

Programmet som används för att få fram elritningar och brandalarmsritningar vid BotniaSec är Kymdatas CADS Planner.

Till detta examensarbete har två automationssystem valts, KNX som är ett väldigt omfattande system med många olika tillverkare som gör komponenter för systemet. ABB free@home är det andra automationssystemet som valts till detta examensarbete. ABB free@home är ett relativt nytt system men fler och fler visar intresse för detta system.

### 2.1 CADS Planner

Kymdata Ab grundades år 1979 och har sedan dess utvecklat branschspecifika CADS programvaror. Kymdata har ett stort samarbete med utbildningsinstitutioner, föreningar och utrustningsleverantörer. I Finland har Kymdata sju regionala kontor och även ett kontor i Tallinn, Estland. (Kymdata, u.d.)

### 2.2 KNX

Grunden till KNX-systemets existens är att det ställdes högre krav på bekvämlighet, säkerhet och flexibilitet i elektriska installationer. År 1990 utvecklades The European Installation Bus (EIB) som idag är kärnan till KNX-systemet. KNX-systemet är det enda automationssystem för fastighetskontroll som har en öppen standard och som uppfyller standardkraven hos CEN 13321, CENELEC EN50090 och ISO/IEC 14543. (KNX Association, 2006)



Fördelarna med ett KNX-system är att detta system följer en standard och det går därför att plocka ihop systemet från olika tillverkare. Därför är det heller ingen skillnad i fall det används nyare och äldre produkter i samma system. Med ett KNX-system är det också väldigt lätt att bygga ut och lägga till flera funktioner i ett redan befintligt system. Fördelarna för slutkunden är att denne kan spara in på energiförbrukningen, ha ett komfortabelt system och ha en ökad säkerhet. (KNX Association, 2006)

### **2.2.1 Uppbyggnad av KNX-system**

Enligt KNX Association (2006) byggs ett KNX-system upp som ett bus-system och varje enhet adresseras. Ett trådbundet KNX-system har vissa förutsättningar:

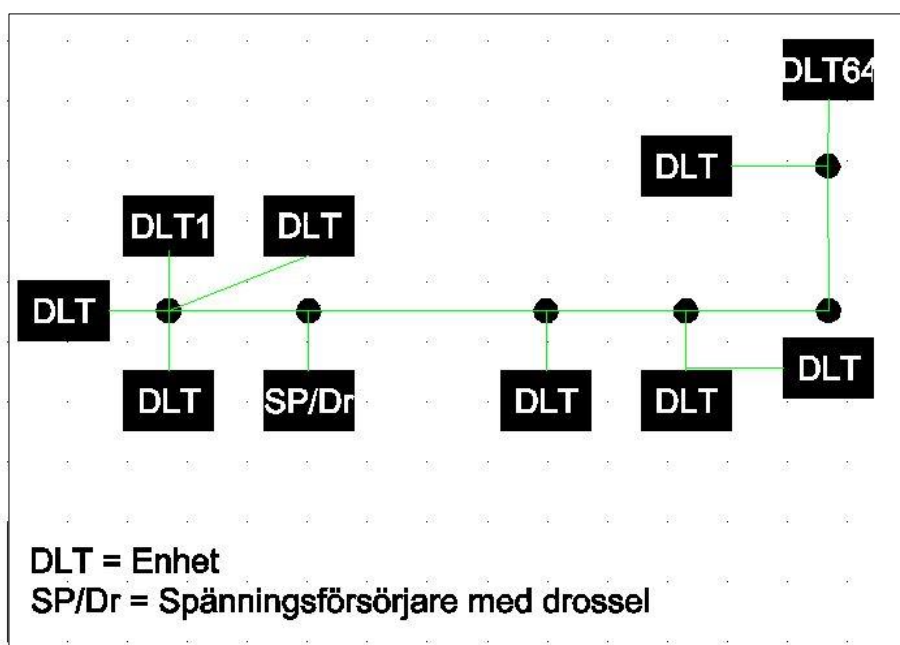
- Maximal längd för en linje är 1000 m.
- Maximal längd mellan nätaggregat och enhet är 350 m.
- Maximal längd mellan två enheter är 700 m.

Här under hittas en förklaring på KNX-systemet och dess uppbyggnad:

### Linje (Figur 1)

- Minsta enheten är en linje. På en linje kan upp till 64 deltagare anslutas utan linjeförstärkare och med linjeförstärkare 255 deltagare.
- Antalet deltagare som kan anslutas till en linje bestäms av vald strömförsörjning och varje deltagares strömförbrukning.
- När linjeförstärkare används är högsta antalet linjeförstärkare som får kopplas parallellt tre stycken.

(KNX Association, 2006)

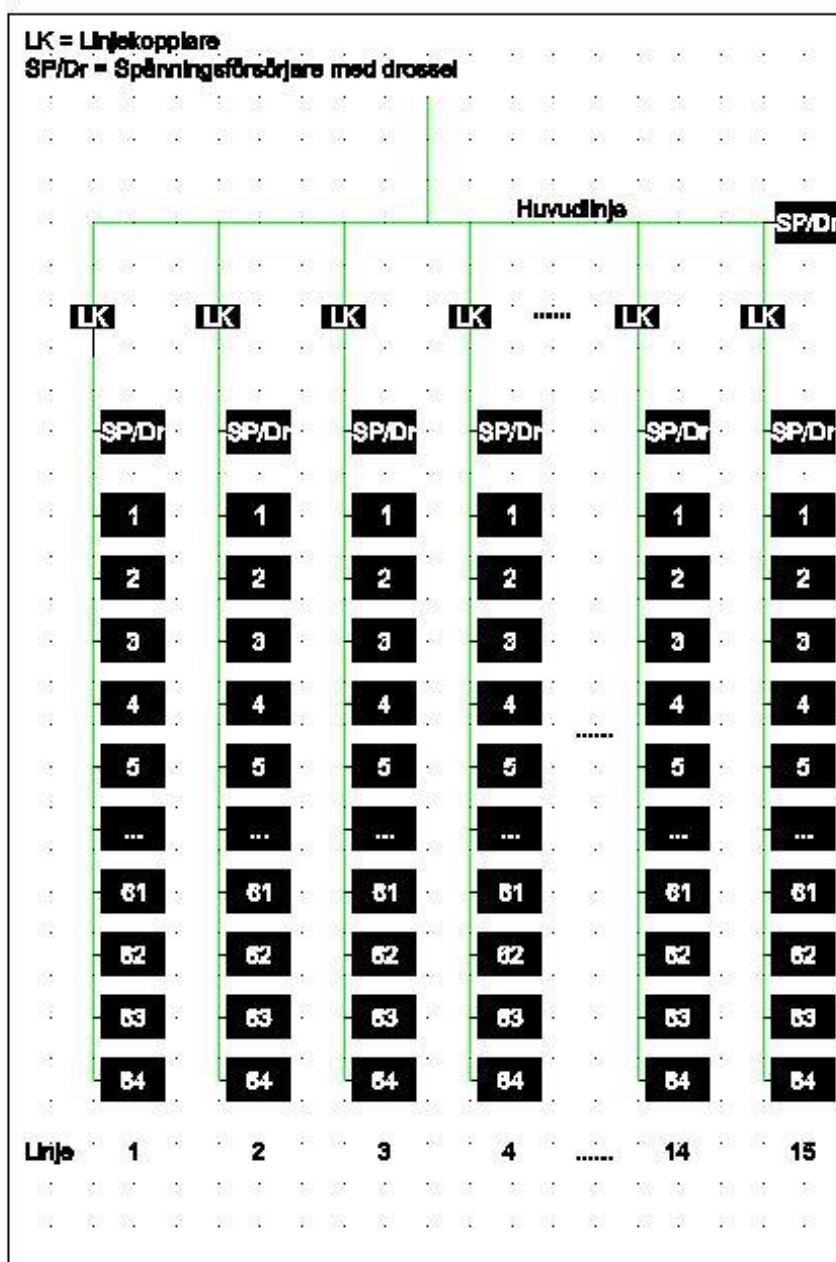


Figur 1. KNX-linjens uppbyggnad.

### Område (Figur 2)

- Ifall man vill dela in systemet i ett område kan upp till 15 linjer kopplas till huvudlinjen med hjälp av en linjekopplare.
- På huvudlinjen är största antalet deltagare 64 men dessa reduceras av antalet linjekopplare som används. En spänningsförsörjare med drossel måste kopplas till huvudlinjen.
- När systemet delas in i områden får inte linjeförstärkare användas på huvudlinjen.

(KNX Association, 2006)

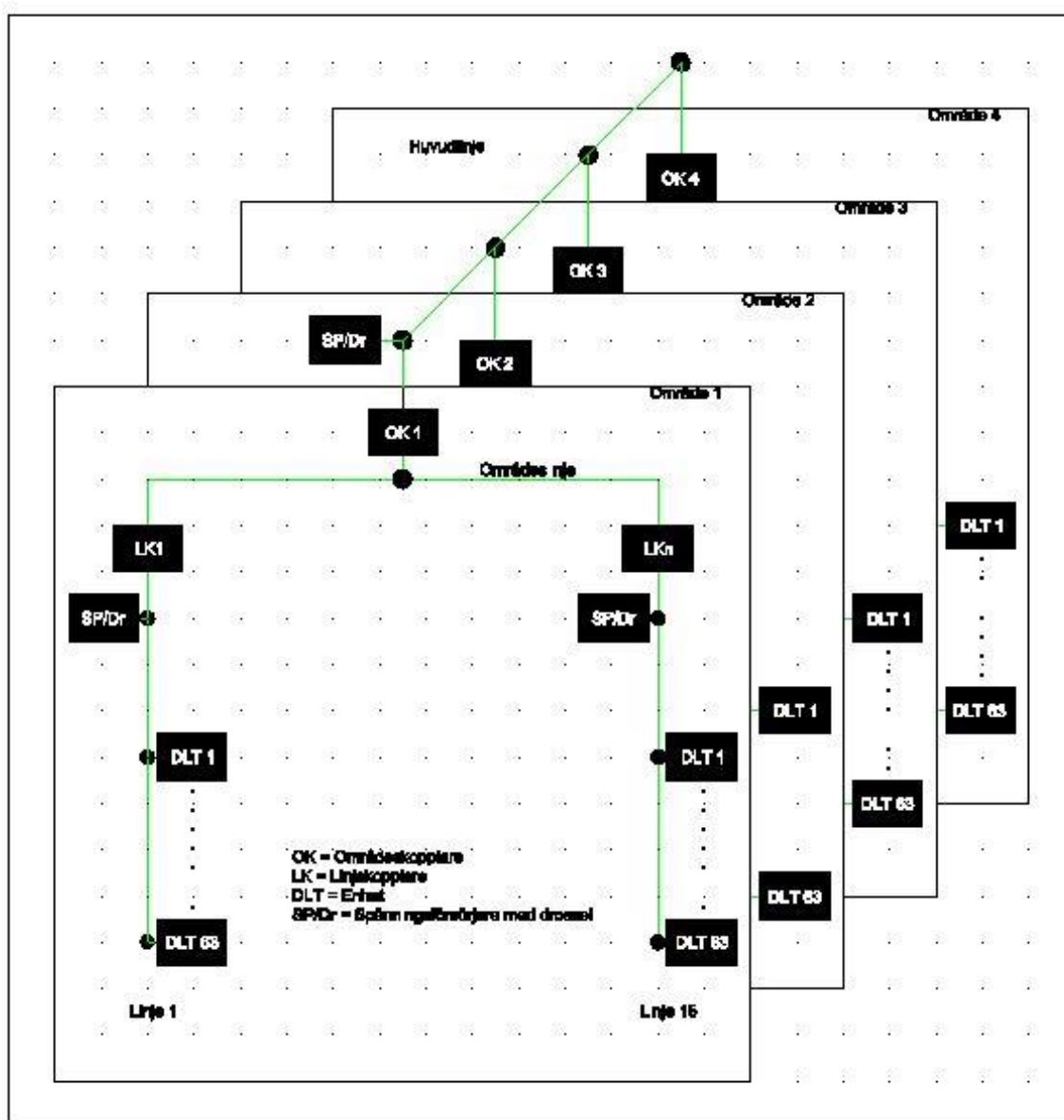


Figur 2. KNX-områdes uppbyggnad.

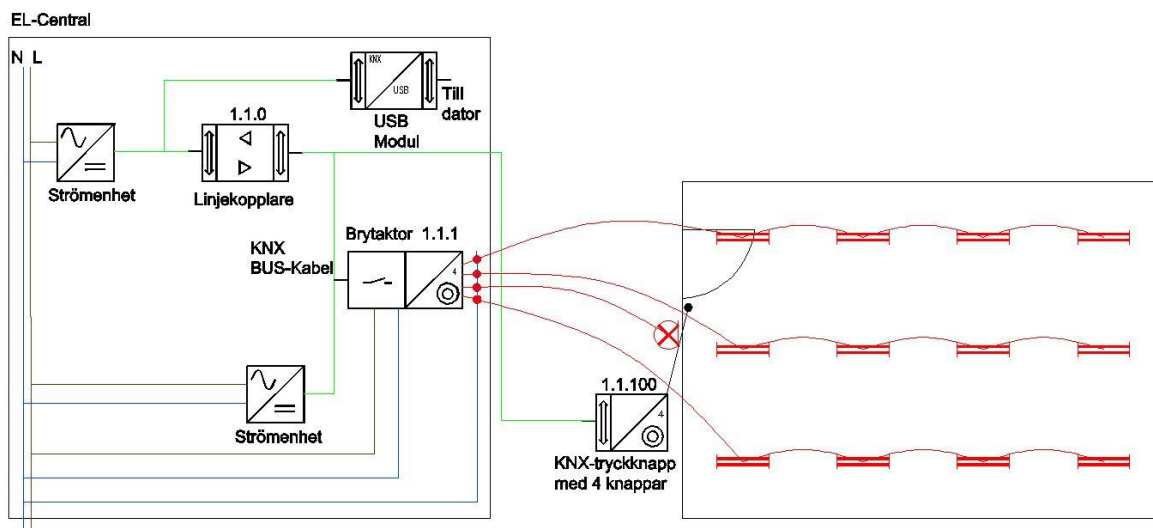
### Flera områden (Figur 3)

- Ifall det är ett stort automationssystem som ska byggas går det att koppla ihop flera områden med hjälp av områdeskopplare.
- En områdeskopplare ansluter dess område till huvudlinjen.
- Till huvudlinjen kopplas en strömförsörjare.
- Högst 15 områden kan kopplas ihop och ifall linjeförstärkare används kan upp till 58 000 deltagare samarbeta.

(KNX Association, 2006)

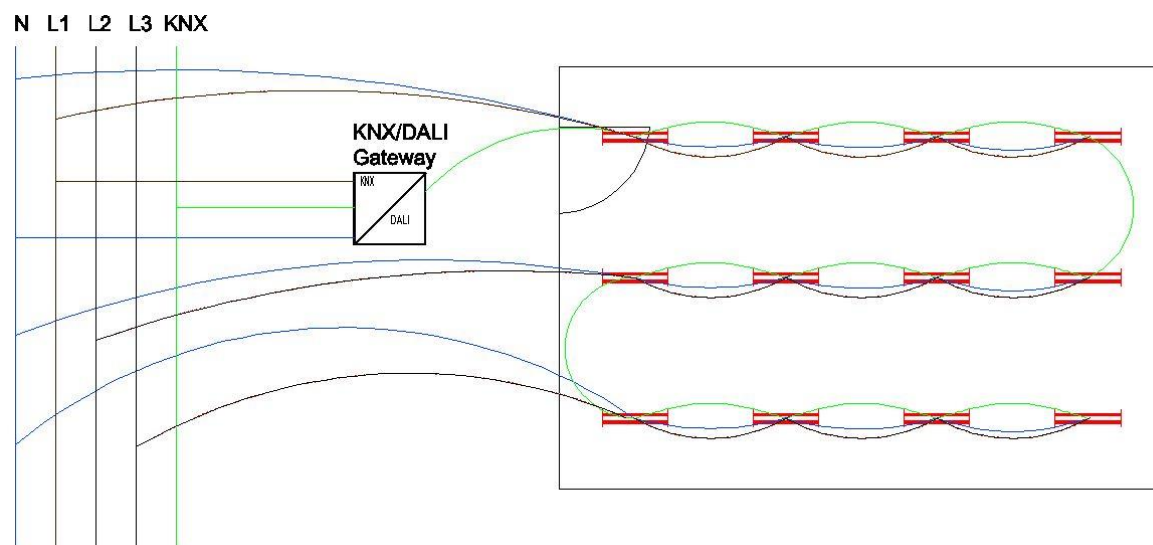


Figur 3. KNX flerområdes uppbyggnad.



**Figur 4. KNX-systemets uppbyggnad.**

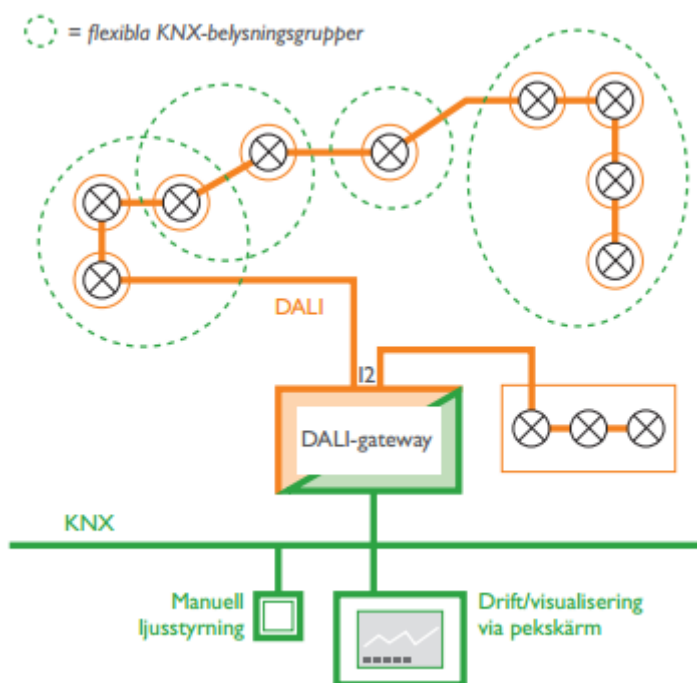
Vid belysningsstyrning kan KNX-systemet kombineras med DALI-systemet, detta görs med en KNX/DALI-gateway. Med ett DALI-system kan ljusnivåerna styras skilt för armaturer även fast de är på samma ledning. Systemet kräver totalt fem ledare och att armaturerna stöder DALI. (KNX SWEDEN, 2015)



**Figur 5. KNX/DALI, uppbyggnad.**

Det finns två olika system för att kunna styra ett DALI-system, broadcast och gruppadressering. Med broadcast lyssnar alla enheter som finns på slingan på kommandon, här krävs ingen adressering. Fördelen med broadcast är att ifall armaturer ska bytas ut behöver dessa inte konfigureras om. För att kunna gruppera armaturerna i olika zoner dras styrledningarna enligt hur armaturerna skall grupperas. (KNX SWEDEN, 2015)

Vid gruppadressering kan donen styras individuellt eller i grupp. Det går att dela in 64 don i 16 grupper för koppling och dimring. Nackdelen med gruppindelningen är att det inte går och byta ut ett trasigt don i en armatur utan att adressera om den. (Figur 6). (KNX SWEDEN, 2015)



**Figur 6. DALI, gruppadressering. (KNX SWEDEN, 2015)**

Adressering av donen görs i programmet ETS, programmet används för att programmera KNX-system. (KNX SWEDEN, 2015)

En liten del av det som kan styras med ett KNX-system är:

### Belysning

Belysningen både internt och externt kan tändas/släckas och dimras individuellt eller i grupp. Detta kan styras med KNX-tryckknappar, trådlöst eller automatiskt beroende på ljusstyrkan i rummet, tid på dygnet, eller med att använda närvaro- och/eller rörelsedetektorer. (KNX Association, 2006)

### Jalusier och persienner

Jalusierna och persiennerna kan styras från KNX-tryckknappar och öppnas/stängas individuellt eller i grupp, dessa kan också styras automatiskt med hjälp av sensorer som påverkas av tid på dygnet och/eller ljusintensitet.

Jalusierna och persiennerna går att koppla ihop med andra automationssystem i huset, exempelvis:

- Belysningen: När jalusierna stängs ska ljuset tändas.
- Säkerhetslarm: När larmet går öppnas jalusierna.
- Värme, ventilation och klimatanläggning: Jalusierna kan öppnas för att släppa in solljus, vilket i sin tur leder till att värmen från solljuset kan användas istället för det installerade värmesystemet.

(KNX Association, 2006)

### Rumstemperatur

Rumstemperaturen går att övervaka och ställa in för enskilda rum, t.ex. kan kökstemperaturen ligga i intervallet 16 – 18 °C, 21 °C i vardagsrum och 22 °C i badrum. Det går även att använda sig av fönsterkontakter för att reglera rumstemperaturen. (KNX Association, 2006)

### Belastningsövervakning

Systemet kan användas för att övervaka elanvändningen och för att övervaka överbelastning. (KNX Association, 2006)

## Övervakning, rapportering, drift, telekommunikation och IP

Exempel på information som kan rapporteras är:

Belysningens tillstånd (Till/från), brinntiden hos lampor, rapport ifall dörrar och fönster är öppna, larmsystemets status, olika temperaturer, el- och vattenmätarens värden och driftstatus hos olika hushållsmaskiner. Dessa rapporter kan sedan visas på en display eller på en dator. (KNX Association, 2006)

## Säkerhet

Systemet används för att stänga av apparater när de inte används och/eller stänga jalousier när byggnaden lämnas. Detta går att göra med en tryckknapp vid utgången. Även rumstemperaturen kan sänkas och höjas med närvarosensorer. Ifall man använder sig av ett låssystem anslutet till KNX-anläggningen kan detta aktivera alla säkerhetsfunktioner när nyckeln vrids om. Om objudna gäster vistas på gården eller försöker ta sig in kan all intern och extern belysning tändas. Det är även möjligt att KNX-systemet skickar SMS eller röstmeddelande vid nödsituationer, t.ex. vid vattenläckor. (KNX Association, 2006)

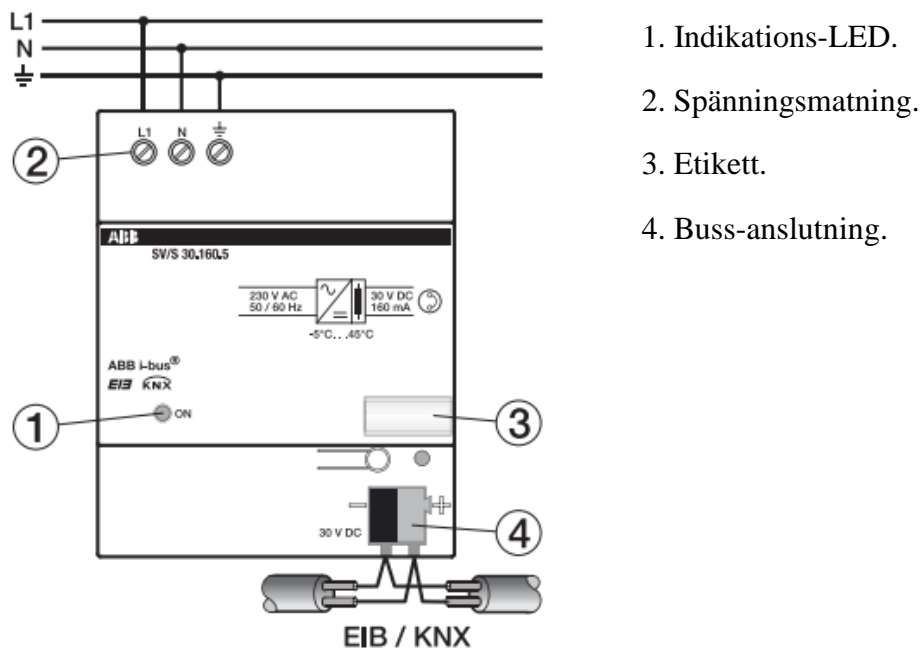


## 2.2.2 KNX-enheter

Under detta kapitel tas det upp om de vanligaste KNX-enheterna, deras funktioner och vad de används till. Bilderna som används beskriver kopplingsschema för de olika enheterna. Alla figurer är av ABB:s KNX-enheter.

### Strömkällor

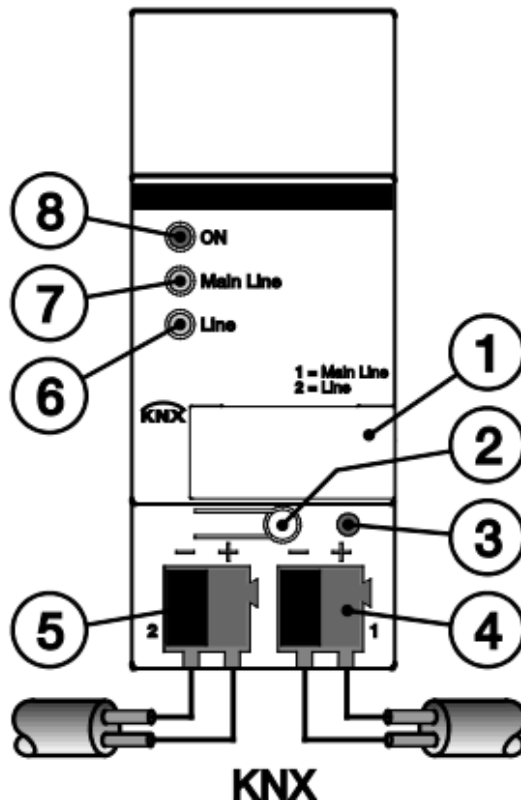
- Strömkällorna förser systemet med 29 VDC.
- Kapaciteten på strömkällorna är 160 mA, 320 mA och 640 mA.
- Vid användning av KNX-system till larmövervakning krävs strömkälla med UPS.



Figur 7. ABB KNX strömkällans kopplingsschema. (ABB, u.d.)

## Linjekopplare

- Kopplar ihop flera linjer, ifall detta används.
- Samma funktion som en switch, dvs. filtrerar bort störningar och information som inte berör linjen.
- Kan även fungera som linjeförstärkare.

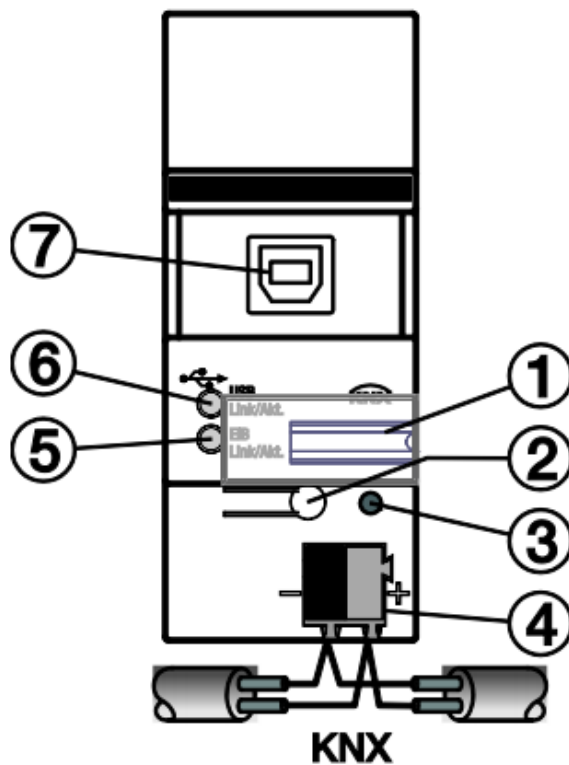


1. Etikett.
2. Knapp för programmering.
3. LED för programmering.
4. Buss-anlutning för huvudlinje.
5. Buss-anlutning för sekundär linje.
6. Linje-LED.
7. Huvudlinjes LED.
8. LED för aktiv.

Figur 8. ABB KNX linjekopplares kopplingsschema. (ABB, u.d.)

## USB-gränssnitt

- Används för att kunna koppla dator till systemet för programmering och övervakning.
- Kan kopplas in varsomhelst på linjen men bör kopplas till den linje som ska programmeras.

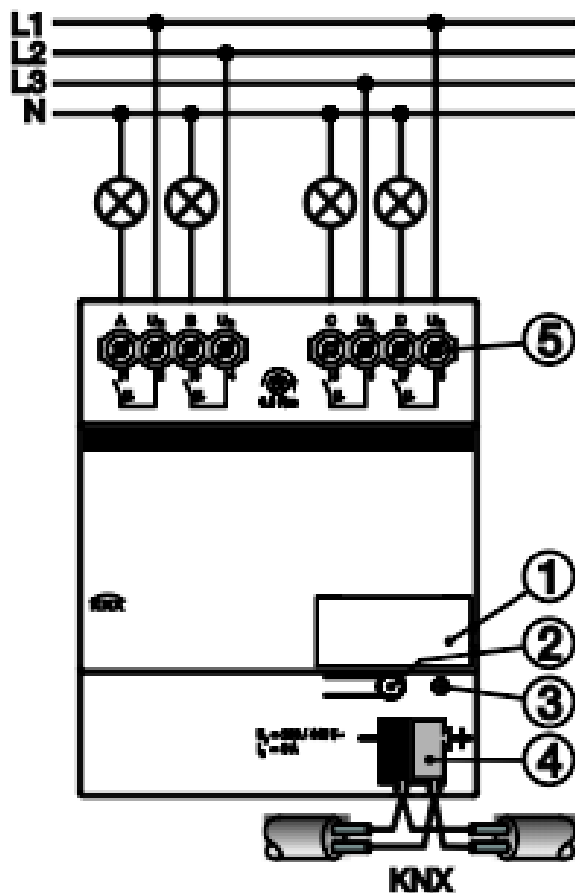


1. Etikett.
2. Knapp för programmering.
3. LED för programmering.
4. Buss-anslutning.
5. KNX LED.
6. USB LED.
7. USB socket.

**Figur 9. ABB KNX USB-gränssnitt kopplingsschema. (ABB, u.d.)**

## Brytatorer

- Fungerar som ett relä, har fyra, åtta eller tolv kanaler som kan styras individuellt.
- Har till- och fränslagningsfördröjning, scenariefunktion, master/slave funktioner.
- Reläspetsarna har vanligtvis en max belastning på 6 A, 10 A, 16 A eller 20 A.
- Reläspetsarna är ämnade för 230 VAC.

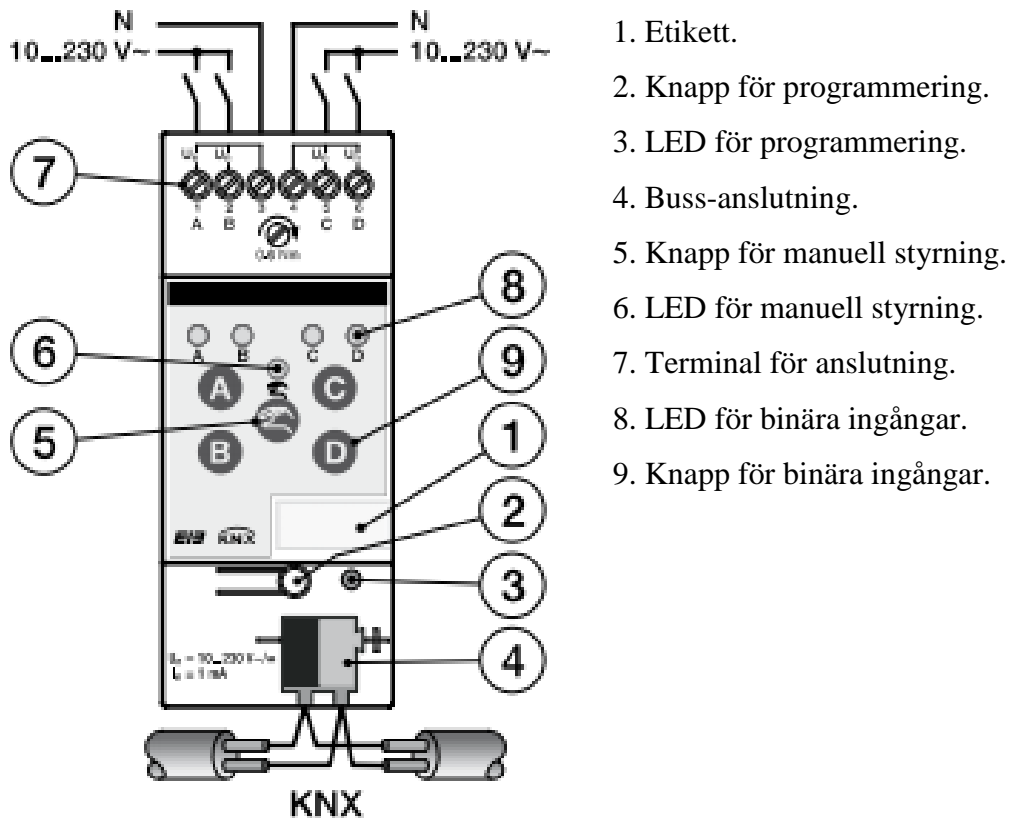


1. Etikett.
2. Knapp för programmering.
3. LED för programmering.
4. Buss-anlutning.
5. Relä-spetsar.

Figur 10. ABB KNX brytators kopplingsschema. (ABB, u.d.)

## Binäringångar

- Har fyra eller åtta oberoende kanaler.
- Har en tryckknapp på varje ingång för manuell reglering.
- Används för hopkoppling till andra system.



Figur 11. ABB KNX binäringångars kopplingsschema. (ABB, u.d.)

## Busskopplare

- Används för att koppla in tryckknappar, närvarosensorer, termostat osv.
- Passar de flesta rumsapparater.



Figur 12. ABB KNX busskopplare. (ABB, u.d.)

## Dimmerenheter

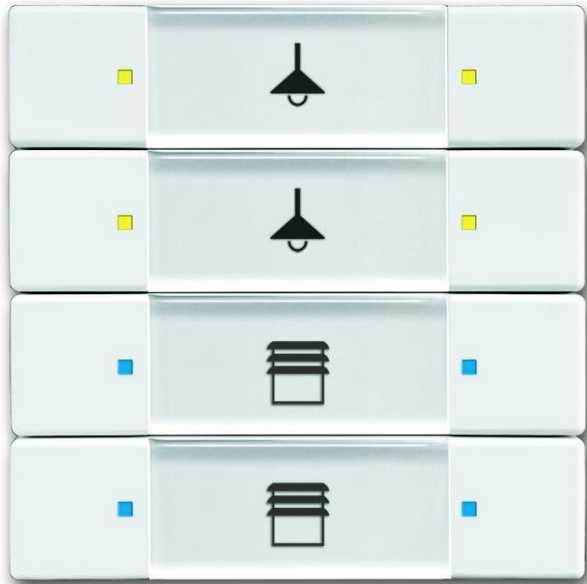
- Används för att styra tändning/släckning och dimring.
- Använder sig av 0–10 V dimring eller universal.
- Innehåller två, fyra eller åtta kanaler.



Figur 13. ABB KNX dimmerenhet. (ABB, u.d.)

## Tryckknappar

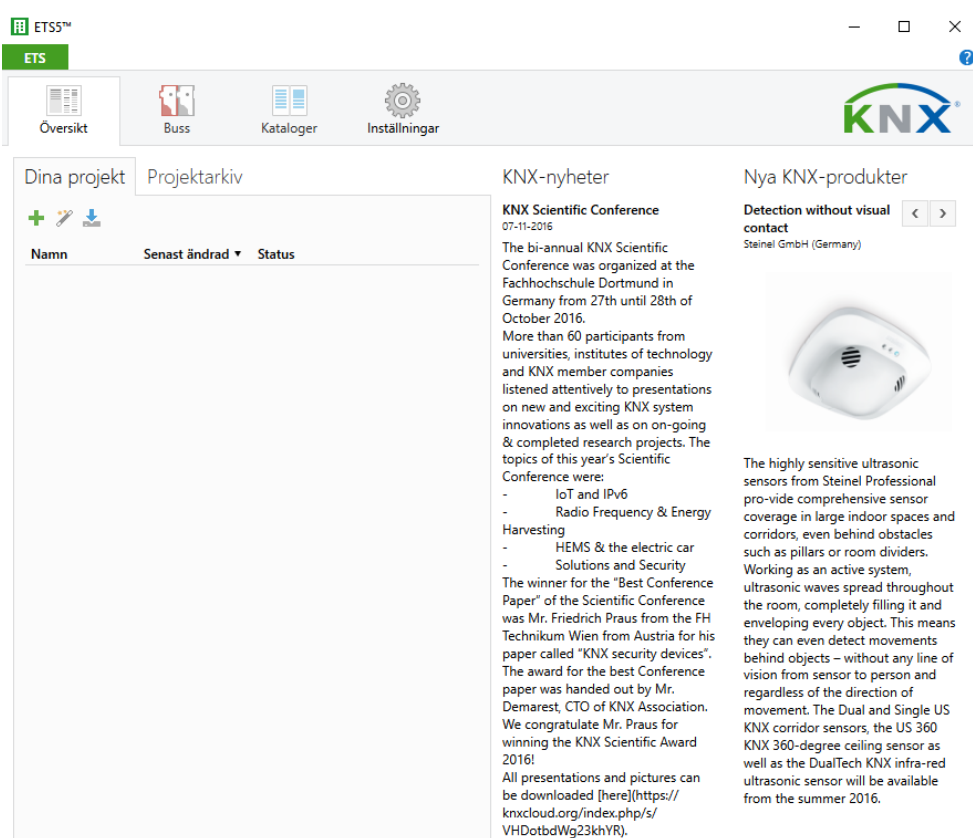
- Samma funktion som en brytare, tändning och släckning, men kan också dimra.
- Kan också användas för att styra jalousier och markiser.



Figur 14. ABB KNX tryckknapp. (ABB, u.d.)

## 2.2.3 Programmering i ETS

När ETS startas öppnas en översiktsruta, från översiktsrutan kan inställningar göras, kataloger importereras och nya projekt startas. (Figur 15)



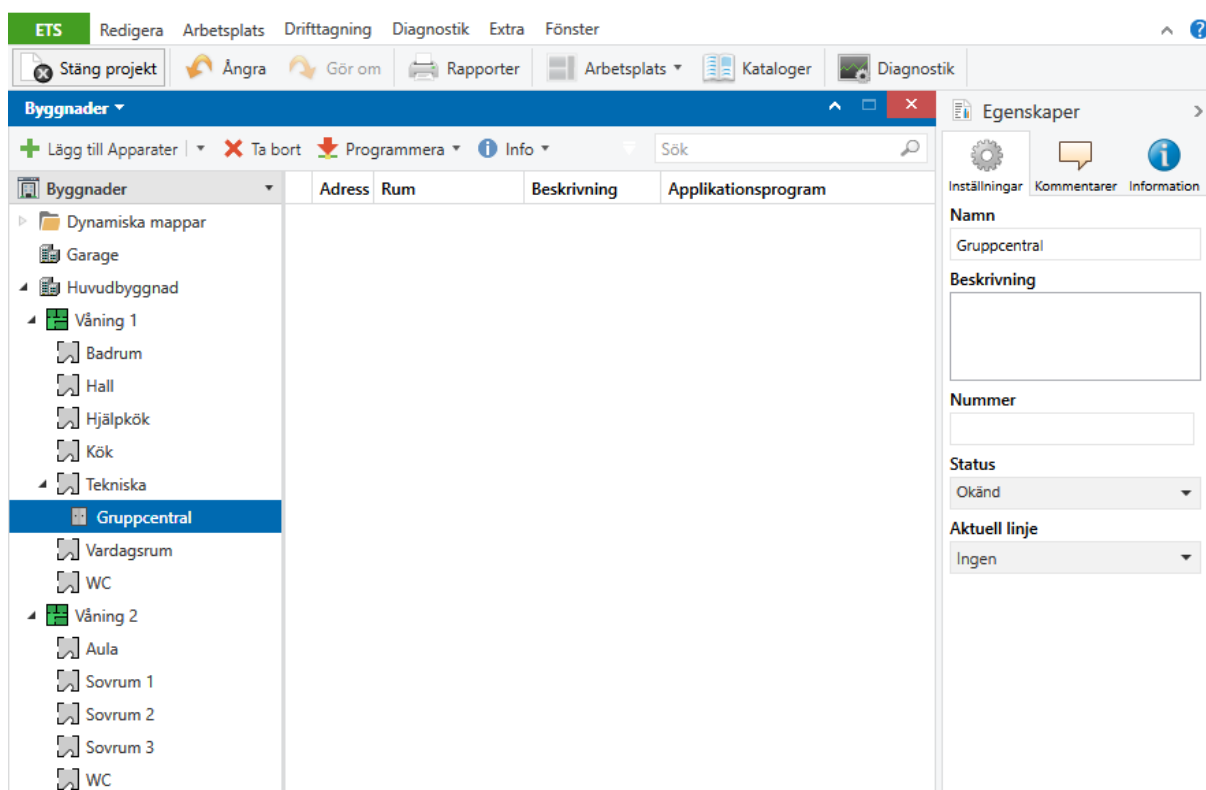
**Figur 15. ETS-översikt.**

Ett nytt projekt börjas med att importera kataloger från de tillverkare som används i KNX projektet. Detta görs genom att trycka på **kataloger**. De olika tillverkarna har sina kataloger på deras hemsidor som kan hämtas och sen importerats till ETS.

För att starta ett nytt projekt klickar man på **plus**-symbolen i översikten och namnger det nya projektet och vilken typ av kommunikation som ska användas. I ett nytt projekt börjas det

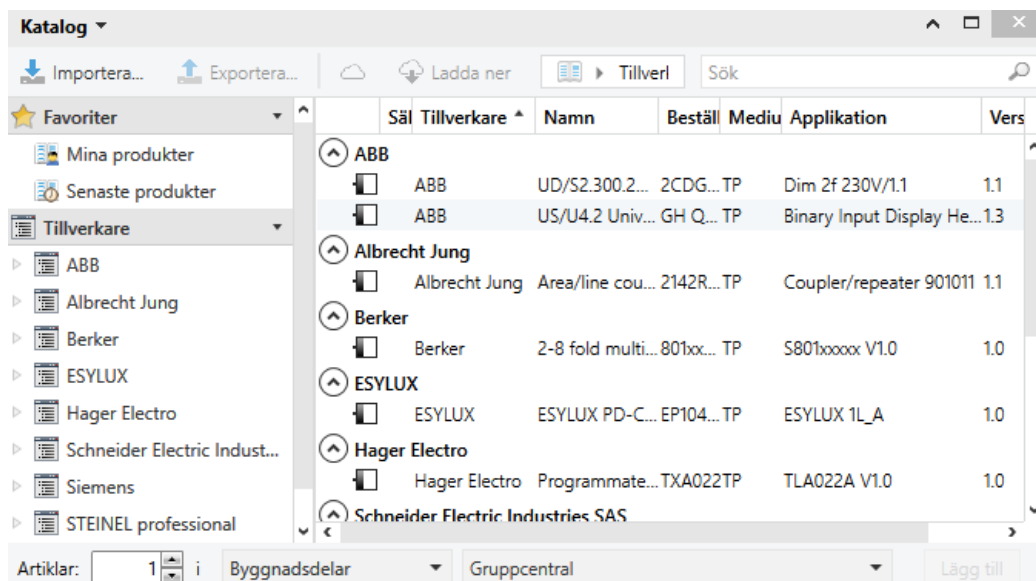


med att lägga till byggnader t.ex. huvudbyggnad och garage, därefter läggs våningar och olika rum till. Till sist läggs centralens position till. (Figur 16).



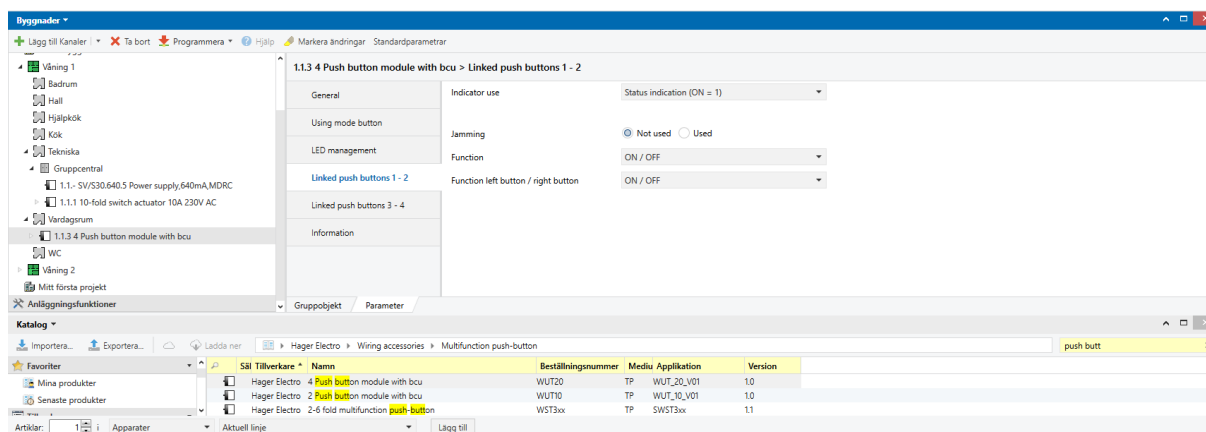
Figur 16. ETS vånings- och rumsindelning.

Efter att rumsindelningen är klar, läggs enheterna som ska användas för de olika styrningarna till. Man klickar på fliken **kataloger**. (Figur 17)



**Figur 17. ETS-enhetslista.**

Härifrån markeras den enhet som ska användas och sedan dras respektive enhet till tillhörande rum och central. När en enhet har dragits till ett rum kan parameterinställningar göras, t.ex. ifall man vill ha en tidsfördröjning. (Figur 18)



**Figur 18. ETS-enhet med dess parametrar.**

För att systemet ska veta vilken tryckknapp som ska höra till vilken brytaktor måste dessa länkas ihop. Detta görs med hjälp av att klicka på arbetsplats, öppna nytt fönster, gruppadresser. Under dynamiska mappar skapas ett gruppadressområde, t.ex. våning ett och våning två. Under våningarna skapas styrningarna som ingår i systemet, t.ex. belysningsstyrning, markisstyrning. Under respektive styrning läggs det till vad som ska styras. (Figur 19)

Gruppadresser	Adress *	Namn	Beskrivning	Centra	Passer	Datatyp	Längd	Antal	Senaste värd
(1025...2048) Våning 1	1025	Vardagsrumsbelysning 1		Nej	Nej	switch	1 bit	3	
(1025...1279) Belysningsstyrning	1026	Vardagsrumsbelysning 2		Nej	Nej	switch	1 bit	3	

**Figur 19. ETS-adressering av enheter.**

Varje enhet i ett KNX-system ska ha en egen fysisk adress. En adress byggs upp på följande sätt: x.x.xxx, där första siffran anger vilket område enheten befinner sig på, andra siffran anger vilken linje enheten finns på och de tredje siffrorna anger själva enheten. Man bör skapa en tydlig uppdelning av adresserna till enheterna för att enklare kunna hitta dem och för att göra handlingar. Det blir också enklare att felsöka systemet. Så här kan adresseringen delas in:

**Tabell 1. Exempel på KNX adressering.**

Område	Linje	Position för enhet	Adress	Obs!
1	2	Installerad i central	1.2.0–99	Fritt valbar 0–99
2	2	Installerad i central	2.2.0–99	Fritt valbar 0–99
3	1	Installerad i central	3.1.0–99	Fritt valbar 0–99
1	2	Installerad i central	1.2.0–99	Fritt valbar 0–99
2	2	Dos installation	2.2.100–199	Fritt valbar 100–199
3	3	Dos installation	3.3.100–199	Fritt valbar 100–199
1	3	Dos installation	1.3.100–199	Fritt valbar 100–199
2	2	Dos installation	2.2.100–199	Fritt valbar 100–199
3	2	Specialapplikationer	3.2.200–255	Fritt valbar 200–255
1	2	Specialapplikationer	1.2.200–255	Fritt valbar 200–255
2	1	Linjekopplare	2.1.0	Har alltid enhets adress 0
3	1	Områdeskopplare	3.0.0	Har alltid linjeadress 0 och enhets adress 0

De tre sista siffrorna får fritt väljas för enheterna men det är bra att skapa en struktur som passar för fastighetens uppbyggnad.

Adresseringarna görs i ETS med hjälp av att markera enheten och sedan ställa in adressen (Figur 20). För att programmera in själva adressen till en enhet i systemet måste den vara

ansluten till buss-kabeln, sedan hålls knappen för programmering in på själva enheten (en röd LED lyser). Från ETS programmeras sedan den fysiska adressen till enheten. (Figur 20)

**Namn**  
10-fold switch actuator 10A 230V AC

**Individuell adress**  
1.1 . 1

**Beskrivning**

Senast ändrad 16-11-2...  
Senast programmerad -  
Serienummer -

**Status**  
Okänd

Figur 20. ETS-ändring av fysiska adressen.

Till de olika styrningarna dras sedan vad som styr vad, i detta fall belysningen. Både tryckknapparna och brytaktorerna ska dras till respektive styrning (Figur 21).

Nummer	Namn	Objektfunktion	Beskrivning	Gruppadress	Längd	K	L	S	Ö	U	Datatyp	Prioritet
#21	Rocker 1 - 2	ON / OFF	Vardagsrumsbelysning 1	1025	1 bit	K	L	-	Ö	U	Låg	
#23	Rocker 3 - 4	ON / OFF	Vardagsrumsbelysning 2	1026	1 bit	K	L	-	Ö	U	Låg	
#239	Järning	Järning			1 bit	K	L	S	-	U	Låg	
#240	LEDs	LED Luminescence level selection			1 bit	K	L	S	-	U	Låg	
#243	LEDs	LEDs Dimming			4 bit	K	L	S	-	U	Låg	
#244	LEDs	LEDs ON / OFF			1 bit	K	L	S	-	U	Låg	
#249	LED 1 and 2	Indication			1 bit	K	L	S	-	U	Låg	
#259	LED 3 and 4	Indication			1 bit	K	L	S	-	U	Låg	

Figur 21. Adressering av tryckknapp

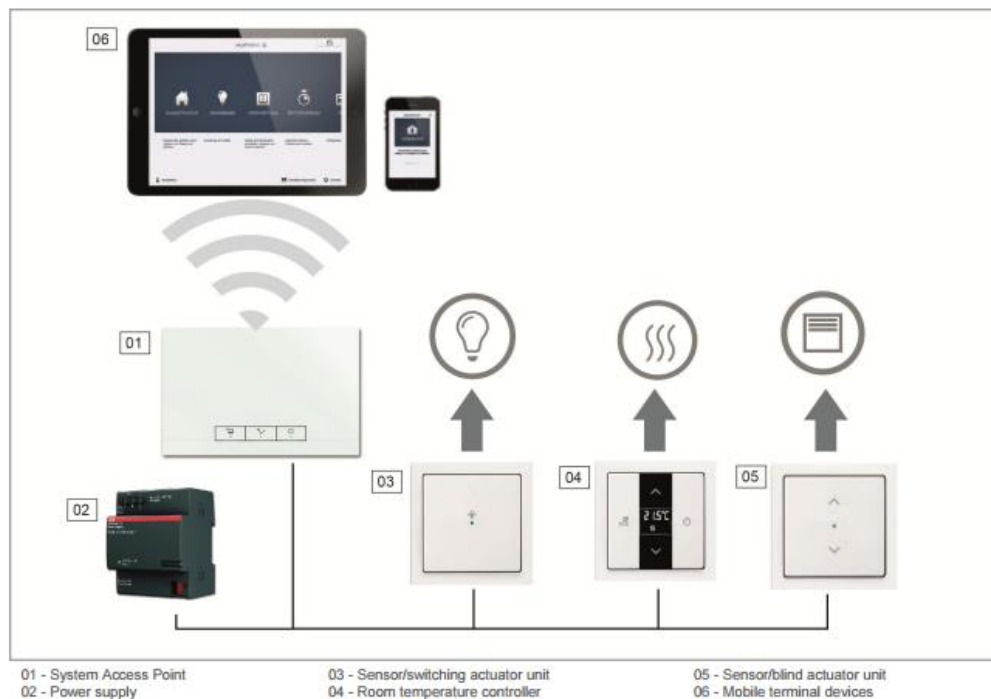
Nummer	Namn	Objektfunktion	Beskrivning	Gruppadress	Längd	K	L	S	Ö	U	Datatyp	Prioritet
#20	Output 1	ON/OFF	Vardagsrumsbelysning 1	1025	1 bit	K	L	S	-	-	switch	Låg
#21	Output 1	Status indication ON/OFF	Vardagsrumsbelysning 1	1025	1 bit	K	L	-	Ö	-	switch	Låg
#210	Output 2	ON/OFF	Vardagsrumsbelysning 2	1026	1 bit	K	L	S	-	-	switch	Låg
#211	Output 2	Status indication ON/OFF	Vardagsrumsbelysning 2	1026	1 bit	K	L	-	Ö	-	switch	Låg
#220	Output 3	ON/OFF			1 bit	K	L	S	-	-	switch	Låg
#221	Output 3	Status indication ON/OFF			1 bit	K	L	-	Ö	-	switch	Låg
#230	Output 4	ON/OFF			1 bit	K	L	S	-	-	switch	Låg
#231	Output 4	Status indication ON/OFF			1 bit	K	L	-	Ö	-	switch	Låg
#240	Output 5	ON/OFF			1 bit	K	L	S	-	-	switch	Låg
#241	Output 5	Status indication ON/OFF			1 bit	K	L	-	Ö	-	switch	Låg
#250	Output 6	ON/OFF			1 bit	K	L	S	-	-	switch	Låg
#251	Output 6	Status indication ON/OFF			1 bit	K	L	-	Ö	-	switch	Låg

Figur 22. Adressering av brytaktor

För att sedan programmera systemet klickar man på dynamiska mappar, initial-enheter, markerar alla enheter, klickar på **programmera** och **programmera allt**.

## 2.3 ABB free@home

ABB free@home byggs i princip upp på samma sätt som ett KNX-system. Men programmeringen av systemet sker direkt via IP-login till Accesspunkten.

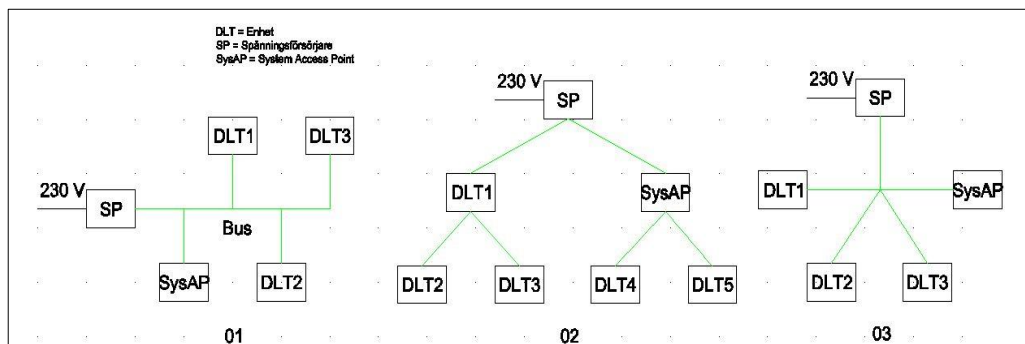


Figur 23. ABB free@home uppbyggnad. (ABB, 2016)

ABB free@home har samma förutsättningar som KNX:

- Maximal längd för en linje är 1000 m.
- Maximal längd mellan nätaggregat och enhet är 350 m.
- Maximal längd mellan två enheter är 700 m.

ABB free@home kan installeras enligt tre olika topologier, som en linjär topologi, som trädtopologi eller stjärntopologi. (Figur 24)



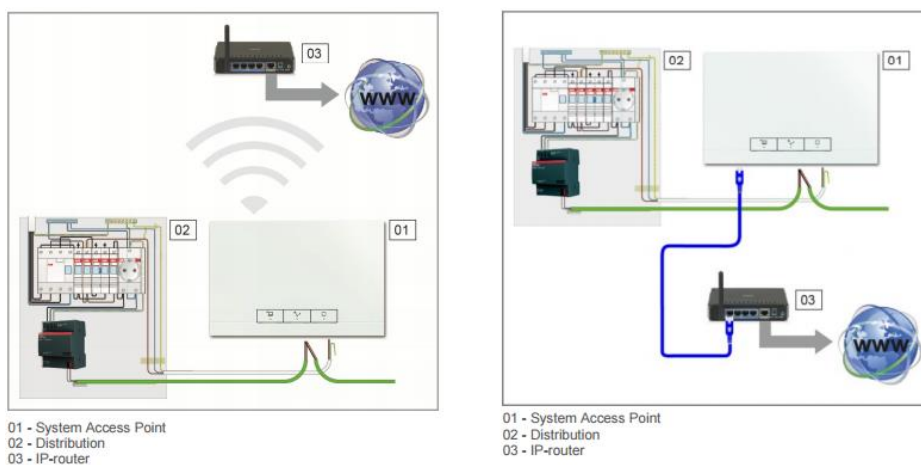
01 - Linjär

02 - Träd

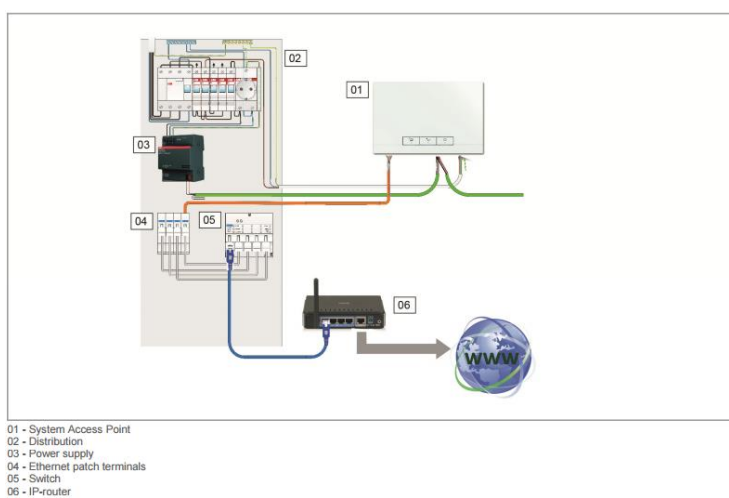
03 - Stjärn

**Figur 24. ABB free@home. Topologier.**

Det finns tre olika sätt att koppla in ABB free@home systemet med sitt befintliga nätverk:



**Figur 25. ABB free@home inkoppling till hemnätverk. (Till vänster via WLAN, till höger via kabel) (ABB, 2016)**



**Figur 26. ABB free@home inkoppling till hemnätverk som strukturerad kabelanslutning. (ABB, 2016)**

### 2.3.1 Programmering av ABB free@home

Programmering av ABB free@home systemet kan antingen göras med telefon/surfplatta, detta kräver att free@home applikationen laddas ner, eller med PC via WLAN eller med kabel.

Här nedanför beskrivs hur anslutningen upprättas för de olika alternativen. (ABB, 2016)

#### Med telefon/surfplatta

1. Installera free@home applikationen.
2. Aktivera accesspunkten. Ifall den vänstra knappen på accesspunkten lyser är den påslagen. Om den inte lyser trycker man på knappen för att aktivera.
3. Anslut telefonen/surfplattan till accesspunkten med hjälp av SSID och lösenordet som står på insidan av accesspunkten.
4. Starta applikationen.
5. Applikationen ansluter automatiskt till accesspunkten.

#### Via WLAN

1. De tre första stegen är samma som med telefon/surfplatta.
2. Öppna webbläsaren. Skriv in i adressfönstret ”192.168.2.1”.

#### Via kabel

1. Koppla ihop accesspunkten och datorn med routern.
2. Det finns två alternativ för att ansluta till accesspunkten.
  - a. Öppna Windows Explorer. Accesspunkten visas som en enhet under nätverk. Dubbelklicka på enheten.
  - b. Ange IP-adressen som automatisk har tilldelats i adressfönstret i webbläsaren. IP-adressen till accesspunkten hittas i routerns användargränssnitt.

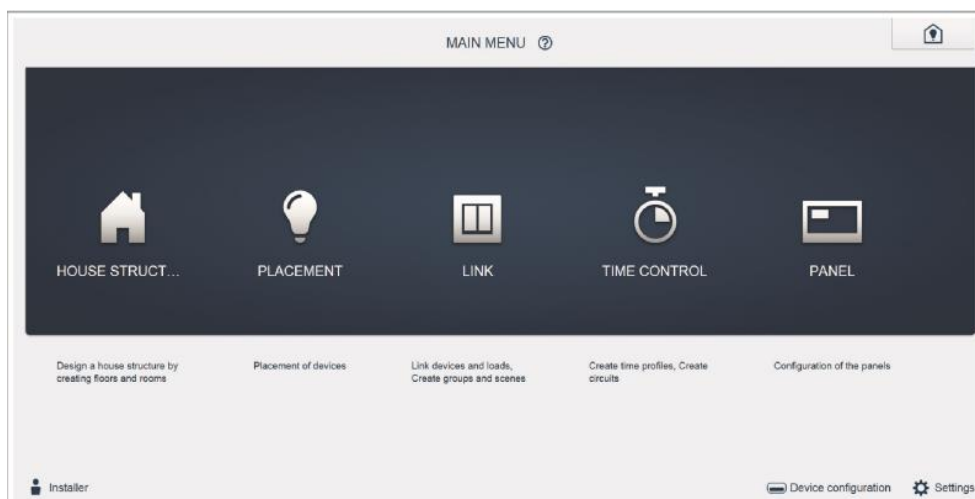
Nedanför beskrivs det hur systemet programmeras:

I början av programmeringen frågar systemet efter grundläggande information: språk, plats, datum/klockslag, användarnamn/lösenord och namnet på enheten i nätverket.

Efter att de grundläggande uppgifterna är ifyllda kan de olika användarbehörigheterna ställas in. Det finns tre olika behörighetsgrupper:

1. Montering, har full behörighet.
2. Konfigurering, kan göra inställningsändringar men inte kritiska ändringar.
3. Drift, kan inte göra några ändringar men kan manövrera enheterna.

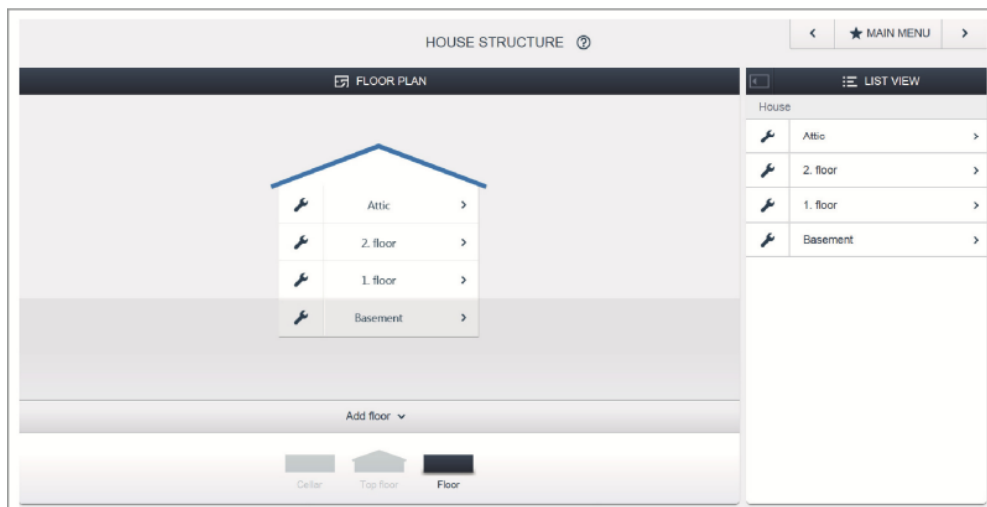
När användarbehörigheterna har ställts in öppnas huvudmenyn i systemet. (Figur 27)



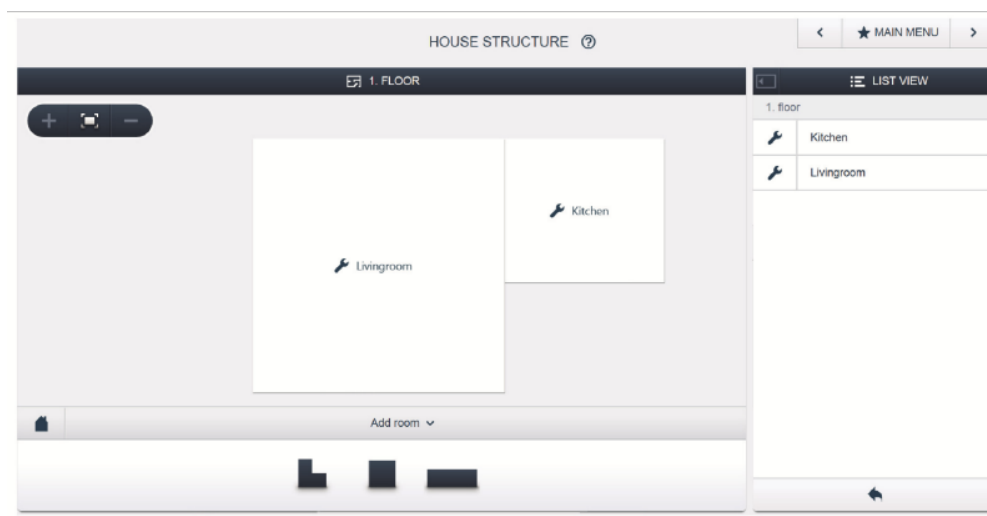
**Figur 27. ABB free@home huvudmeny. (ABB, 2016)**



Som följande konfigureras husstrukturen, d.v.s. våningar och rum läggs till. Ifall utebelysningen skall styras via systemet ska också ett rum för utomhus skapas. (Figur 28; Figur 29)

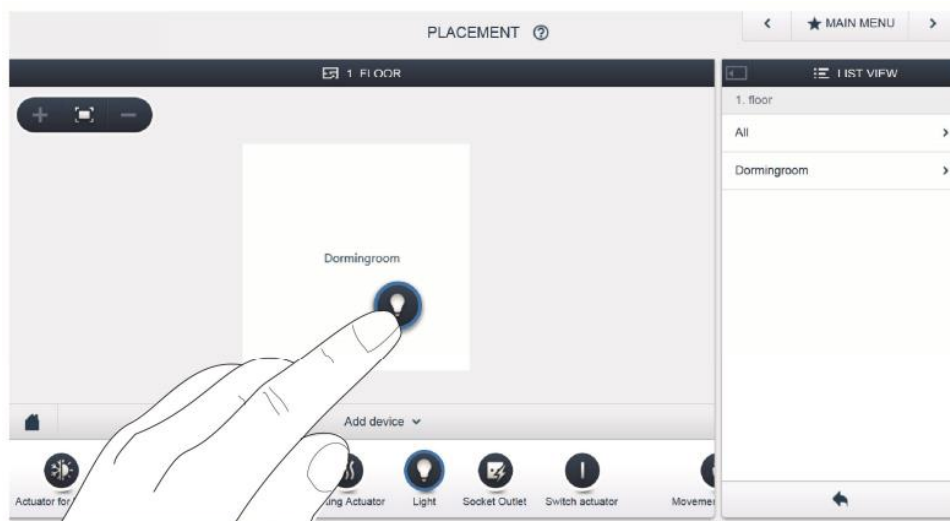


**Figur 28. ABB free@home, våningsstruktur. (ABB, 2016)**

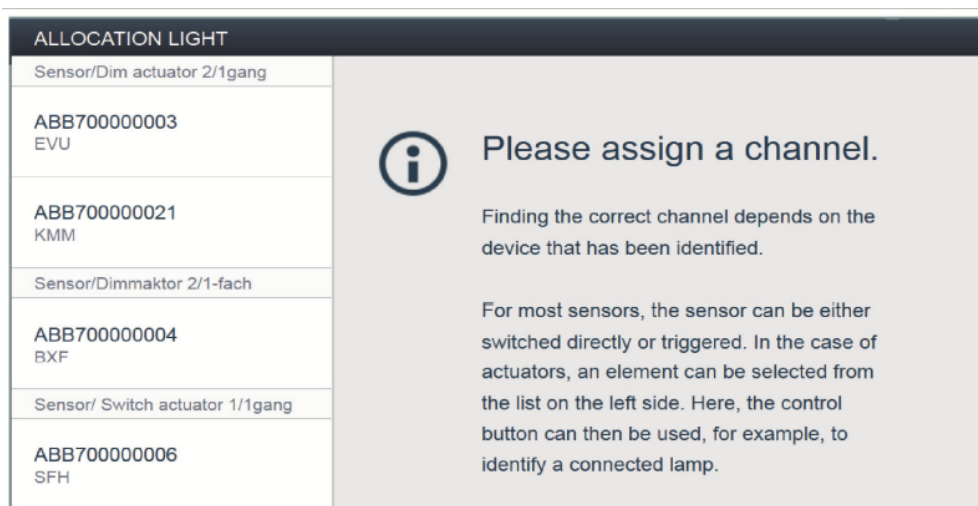


**Figur 29. ABB free@home, rumsstruktur. (ABB, 2016)**

Efter att vånings- och rumsstrukturen är klara läggs enheter till rummen. För att lägga till enheter dras den önskade funktionen från ”add devices” knappen till planritningen (Figur 30). Ett popup-fönster öppnas automatiskt som listar alla enheter i systemet som är lämplig för denna funktion (Figur 31).



**Figur 30. ABB free@home, tilläggning av funktioner. (ABB, 2016)**



**Figur 31. ABB free@home, automatiskt popup-fönster för att välja enhet. (ABB, 2016)**

Ifall det finns flera möjliga enheter i popup-fönstret måste den rätta enheten identifieras, detta kan göras på tre olika sätt: Identifiering via serienummer. Jämför den tresiffriga identifikations siffran (alla enheter har en egen identifikations siffra) på enheten med enheterna i popup-fönstret. Montören som har gjort installationen borde ha gjort en lista på använda enheter, deras position och en identifikationssiffra.

Identifiering via lokal manövrering. Aktör: Tryck på "Ident" knappen på enheten. Sensor: Tryck på brytaren på sensorn. Rörelsesensor: Täck linsen med handen.

Den enhet som blivit manövrerad väljs automatiskt i programmet. Ifall en aktör har flera kanaler måste den rätta väljas.

Identifiering med hjälp av att stänga av och lägga på enheten. Välj en enhet och kanal från listan. Tryck på knappen i detaljerade vyn av enheten. Den anslutna lasten ändrar läge. Fortsätt tills den rätta enheten hittas. Efter att den rätta enheten har hittats, namnge enheten så den är enkel att förstå. Godkänn genom att trycka på godkänn symbolen.

Sensorerna och aktörerna som har lagts till i föregående steg kan nu länkas ihop för att få ett valfritt omkopplings alternativ. Först klickar man på den önskade sensorn som ska manövrera aktören varefter man klickar på aktören. Godkänn genom att trycka på godkänn symbolen. En blå linje kommer att skapas mellan de två enheterna.

Det finns tre olika typer av omkopplingsalternativ:

”Two-way circuit”. En aktör är kopplad till en eller flera sensorer.

”Group circuit”. Flera aktörer av samma typ är kombinerade i en grupp. Gruppen fungerar som en enskild aktör och kan anslutas till sensorer eller integreras till olika scener.

”Scene”. En scen skapar ett läge som är definierat av användaren. T.ex. en TV-scen gör så att vardagsrumsbelysningen dimras ner och markiserna stängs. De olika tillstånden för enheterna kan definieras när en scen skapas.

ABB free@home kan programmeras att innehålla olika tidsfunktioner, t.ex. när vissa enheter ska aktiveras eller ifall belysningen ska dimras ner vid ett visst klockslag. Dessa ställs in via

”Time control”. Det finns två färdiga profiler som kan utgå ifrån:

”Base” profil. Denna profil kan fritt redigeras.

”Presence” profil. Denna profil samlar in data från hur systemet har använts tidigare, dvs. när belysningen har tänts och släckts. Den samlar inte in data från hastiga förändringar. Profilen kan fritt redigeras.

När profilerna redigeras finns det en tidslinje där det ställs in när en viss enhet ska aktiveras eller deaktiveras. I tidslinjen finns också soluppgång och solnedgång så att det enkelt går att ställa in enheterna enligt detta.

Ifall en touch-panel används programmeras denna också i samma program. Till touch-panelen dras funktionerna och släpps där man vill ha dem. (ABB, 2016)

### 3 Teori gällande elmateriel

För att säkerhetsställa att kabelinstallationen blir rätt utförd spelar tillverkarnas monterings- och hanteringsanvisningar en stor roll. Tillverkarna har ett ansvar för att dessa handlingar följer en viss säkerhetsnivå.

#### 3.1 Kablar och ledare

Utöver tillverkarnas dokument finns även specifika krav som måste uppfyllas för kablar och ledare:

- Färgerna på ledarna måste uppfylla de krav som ställs på ledarfärger under punkt 3.1.1 och i SFS-6000 punkt 514.
- Arealen på ledarna måste vara tillräckligt stora.
- Kablarnas utförande ska möta standardkraven som gäller eller så ska kablarnas utförande säkerhetsmässigt motsvara standardernas krav.
- Märkspänningen som anges på kablarna och ledarna måste motsvara spänningen på systemet där de installeras.
- Kablar som används måste klara av yttre påverkningar.

Det finns en mängd olika nationella standarder gällande kablar och ledare och dessa är samlade i CENELECs HD-harmoniseringsdokument. Vid sidan av detta dokument finns även CENELECs HD 21 och HD 22. Dessa dokument behandlar kablar och ledare med en max spänning på 450/750V. HD 21 behandlar PVC-isolerade ledare medan HD 22 behandlar gummi-isolerade ledare. Finska standarder som gäller kablar är SFS 650 (kablarnas egenskaper och hantering), SFS 5770 (allmän översikt över tillämpningsbara inhemska standarder och internationella standarder för kablar) och SFS 4680 (typbeteckningar för kablar). I Finland får kablar som uppfyller de finska standarderna användas och kablar som är standardiserade i internationella standarder användas, i dessa fall måste SFS 6000 och installationsanvisningar av tillverkaren tas hänsyn till. (Elentreprenörsförbundet STUL, 2012)

### 3.1.1 Identifiering av ledare och ledarareor

Kraven som anges i SFS-EN 60445 behandlar identifiering av ledare, dessa krav måste uppfyllas om det inte sägs annat i punkterna 514.3.1.1 – 514.3.1.3 i SFS 6000. Nedanför listas dessa punkter:

- 514.3.1.1 Blå färg används för neutral- och mittpunktsledaren.
- 514.3.1.2 Gul-grön färg används för skyddsledaren. Detta gäller också för isolerade, skyddade potentialutjämningsledare och isolerade skyddsjordsledare.
- 514.3.1.3 Gul-grön färg med en blå tilläggsmärkning i ändorna används för PEN-ledaren. Detta gäller även för PEL- och PEM-ledare.

Krav för identifiering av övriga ledare ställs i punkt 514.3.2 och 514.3.3.

- 514.3.2 För kablar som är fast installerade och flyttbara med två till fem ledare gäller identifieringskraven som hittas i HD 308.

Kablar som används i styr- och hjälpkretsar med två till fem ledare kräver färger eller grafiska tecken för att kunna identifiera ledarna. När ledarantalet överstiger fem stycken i en kabel krävs färger eller nummer för identifiering, dessa måste följas i enlighet med SFS-EN 60445. Det är tillåtet att använda en ”vanlig” ledare som neutralledare ifall en blå ledare saknas i en kabel med två till fem ledare.

**Tabell 2. Färg på ledarna enligt HD 308 när skyddsledaren är med. (Finlands standardiseringsförbund SFS rf., 2013)**

Antal ledare	Färg på ledaren med skyddsledare				
	Skyddsledare	Spänningsförande ledare			
3	Gul-grön	Blå	Brun	-	-
4	Gul-grön	-	Brun	Svart	Grå
4 Specialfall	Gul-grön	Blå	Brun	Svart	-
5	Gul-grön	Blå	Brun	Svart	Grå

**Tabell 3. Färg på ledarna enligt HD 308 när gul-grön ledare saknas. (Finlands standardiseringsförbund SFS rf., 2013)**

Antal ledare	Färg på ledaren där gul-grön ledare saknas				
	Blå	Brun	-	-	-
2	Blå	Brun	-	-	-
3	-	Brun	Svart	Grå	-
3 Specialfall	Blå	Brun	Svart	-	-
4	Blå	Brun	Svart	Grå	-
5	Blå	Brun	Svart	Grå	Svart

- 514.3.3 För enledarkablar eller isolerade ledare ska de antingen ha brun, svart eller grå färg. Dessa kablar får användas som skyddsledare, PEN-, PEL- eller PEM-ledare om denna förses med en blå och gul-grön tilläggsmärkning i alla ändor. Kablarna får också användas som neutralledare ifall denna förses med en blå tilläggsmärkning i alla ändor.

Enligt punkt 514.3.4 får blå ledare användas som ytterledare ifall neutralledaren inte behövs, så länge ingen förväxling kan uppstå. Neutralledaren får aldrig läggas som skyddsledare. (Finlands standardiseringsförbund SFS rf., 2013)

Tabell på ledareor hittas i tabell 52.5 i SFS 6000.

### 3.1.2 Kablarnas beteckningar och betydelse

Det finns två olika typer av beteckningar för kablar, den nationella och CENELECs. Med CENELECs typbeteckningar kan kablarnas alla delar identifieras, men med nationella typbeteckningar är detta inte möjligt för att nationella typbeteckningar grundar sig på ett kodsysteem som används av tillverkarna. (Elentreprenörsförbundet STUL, 2012)

Typbeteckningarna för CENELEC är uppbyggt av tre delar.

**Tabell 4. Kablars typbeteckningar enligt CENELEC. Ledarmaterialet betecknas vidare med A ifall det är aluminium och utan extra beteckning ifall det är koppar. (Elentreprenörsförbundet STUL, 2012)**

Typbeteckningar CENELEC			
Del 1			
Standard referenser		Märkspänningar	
<b>H</b>	Följer harmoniserade standarder	<b>00</b>	$(U_0/U) < 100/100 \text{ V}$
<b>A</b>	Ingår i kompletterande behöriga förteckningar i harmoniserade standarder	<b>01</b>	$(100/100 \text{ V} \leq U_0/U < 300/300 \text{ V})$
<b>CC-N</b>	Nationell kabeltyp t.ex. FI-N	<b>03</b>	300/300 V
		<b>05</b>	300/500 V
		<b>07</b>	450/750 V
		<b>1</b>	(0,6/1 kV)
		<b>3</b>	(1,7/3 kV)
		<b>6</b>	(3,5/6 kV)
		<b>10</b>	(6/10 kV)
Del 2			
Isolationsmaterial		Ledarmaterial och form	
<b>B</b>	Etenpropengummi, EPR	<b>F</b>	Flexibla fintrådiga ledare i en flexibel kabel
<b>R</b>	Vanligt etenpropengummi, naturgummi eller motsvarande syntetisk elastomer för permanent bruk i höst 60 °C		
<b>S</b>	Silikongummi	<b>K</b>	Flexibla fintrådiga ledare för fast installation
<b>V</b>	Vanlig polyvinylklorid		
<b>X</b>	Tvärbunden polyeten, PEX	<b>R</b>	En fåtrådig rund ledare

I del 3 beskrivs märkarea och antalet ledare. (Elentreprenörsförbundet STUL, 2012)

### 3.1.3 Yttre påverkningar gällande kabelinstallation

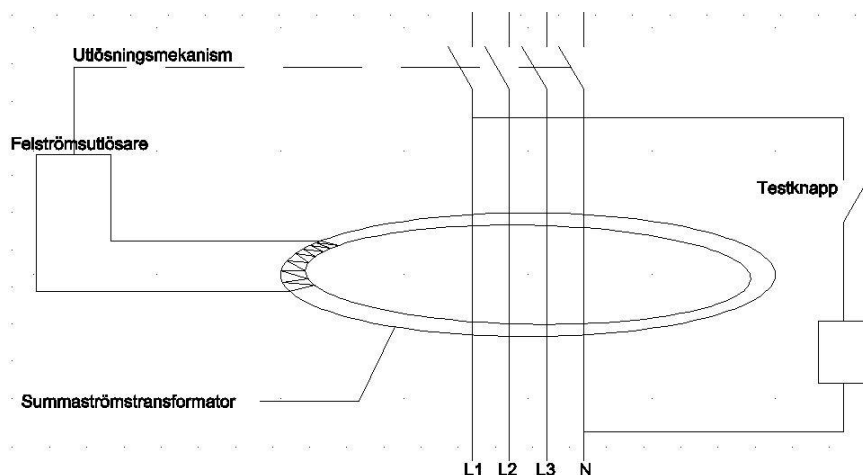
I SFS 6000 hittas punkter gällande yttre påverkningar som måste tas i beaktande vid val av kablar:

- Omgivningstemperatur. I tabell 52.1 i SFS 6000 hittas information över maximala temperaturer.
- Yttre värmekällor.
- Vatten. Kapslingsklasser som krävs för olika utrymmen hittas under kapitel 7 och 8 i SFS 6000.
- Fasta främmande ämnen.
- Korrosiva eller förorenade ämnen.
- Mekanisk påverkan.
- Vibrationer.
- Vegetation och mögel.
- Djur.



## 3.2 Jordfelsbrytare

En jordfelsbrytare fungerar genom att beräkna summan av fasledarnas strömmar och strömmen i neutralledaren med hjälp av en summaströmstransformator. En jordfelsbrytare är märkt med en viss gränsutlösningsström. Ifall strömmen överstiger summan för gränsutlösningsströmmen slår jordfelsbrytaren ifrån och spänningen i kretsen bryts (Figur 32). (Elentreprenörsförbundet STUL, 2012)



Figur 32. Konstruktionen hos jordfelsbrytaren.

### 3.2.1 Jordfelsbrytarens märkvärden

I standarden EN 61008 anges följande märkvärden för jordfelsbrytaren:

Tabell 5. Jordfelsbrytarens märkvärden. (Elentreprenörsförbundet STUL, 2012).

Märkutlösningströmmar	Märkströmmar	Nominell kortslutningshållfasthet
0,006 A	10 A	3000 A
0,01 A	13 A	4500 A
0,03 A	16 A	6000 A
0,1 A	20 A	10 000 A
0,3 A	25 A	
0,5 A	32 A	
	40 A	
	63 A	
	80 A	
	100 A	
	125 A	

När jordfelsbrytaren installeras i kombination med uttag är även värdena 500 A, 1000 A och 1500 A standardenliga värden. (Elentreprenörsförbundet STUL, 2012)

Standardenliga utlösningstider för jordfelsbrytare hittas i standarden SFS-EN 61008 och i Tabell 6.

**Tabell 6. Utlösningstider för jordfelsbrytaren. (Elentreprenörsförbundet STUL, 2012)**

Typ	$I_n$ A	$I_{\Delta n}$ A	De standardenliga maximala utlösningstiderna och de kortaste tiderna (s), under vilka jordfelsbrytaren inte utlöser, då felströmmen $I_{\Delta}$ är:				
			$I_{\Delta n}$	$2I_{\Delta n}$	$5I_{\Delta n}$	500 A	
Allmän typ	Alla värden	Alla värden	0,3	0,15	0,04	0,04	Maximal utlösningstid
			0,5	0,2	0,15	0,15	Maximal utlösningstid
S-typ	$\geq 25$	$> 0,030$	0,13	0,06	0,05	0,04	Kortaste tid då jordfelsbrytaren inte utlöser

1) För jordfelsbrytare av allmän typ, vilka är avsedda att installeras endast i samband med uttag och jordfelsbrytare av allmän typ med märkutlösningströmmen  $I_{\Delta n} \leq 30\text{mA}$ , kan man använda värdet 0,25 A som alternativ till värdet  $5I_{\Delta n}$

Ifall testströmmen för en jordfelsbrytare av typ A är pulserande likström gäller Tabell 7.

**Tabell 7. Utlösningström då testströmmen är pulserande likström för en typ A jordfelsbrytare. (Elentreprenörsförbundet STUL, 2012)**

Fördröjningsvinkel $\alpha$	Utlösningström A	
	Nedre gränsvärde	Övre gränsvärde
0	$0,35 I_{\Delta}$	$1,4 I_{\Delta}$ ( $2I_{\Delta}$ , då $I_{\Delta} < 30 \text{ mA}$ )
90	$0,25 I_{\Delta}$	
135	$0,11 I_{\Delta}$	

Det finns fyra typer av jordfelsbrytare beroende på vilken typ av belastning som ska skyddas, A-, B-, AC-, och F-typ. Enligt SFS 6000 ska A-, eller B-typ användas. En jordfelsbrytare av typ A fungerar både vid växelström och pulserande likström. En jordfelsbrytare av typ B fungerar både vid växelström och ren likström. Tidigare användes jordfelsbrytare av typ AC, men i dagsläget får denna typ inte användas. Detta för att denna endast fungerar för växelström. En mängd med elapparater i dagsläget fungerar med elektrisk reglering, detta leder i sin tur att felströmmen inte alltid kommer att vara en ren växelström. F-typen är en

ny standardiserad typ, denna används för att t.ex. skydda kretsar där en frekvensomriktare används. (Elentreprenörsförbundet STUL, 2012)

### 3.2.2 Användning av jordfelsbrytare

Användningsområden för jordfelsbrytaren är brandskydd, extra skydd till basskyddet samt som felskydd för snabb frånkoppling av matningen (Tabell 8). (Elentreprenörsförbundet STUL, 2012)

Tabell 8. Användning av jordfelsbrytare. (Elentreprenörsförbundet STUL, 2012)

Jordfelsbrytarens användningsändamål		
Tilläggs skydd	Snabb frånkoppling av matning	Brandskydd
Skyddar då andra metoder inte fungerar eller användaren är vårdslös.	Används för felskydd genom snabb frånkoppling av matning.	Används för att förhindra bränder p.g.a. läckströmmar.
Användnings exempel: - Uttag utomhus - För vanlig bruk avsedda uttag inomhus. - Bad och duschutrymmen - Simbassängutrymmen - Byggarbetsplatser och övriga tillfälliga installationer - Material av klass II i trånga ledande utrymmen - Uttag vid uppställningsplatser för campingfordon - Uttag vid småbåtshamnar	Användnings exempel: - I TN-, TT- och IT-system då kortslutningsströmmen inte är tillräckligt stor för snabb utlösning av överströmsskydden. - I TT-system i praktiken alltid	Användnings exempel: - Brandfarliga utrymmen - Byggnader inom jordbruk - Värmekabelinstallationer
Högst 30 mA märkutlösningssström	I allmänhet högst 300 mA märkutlösningssström	Högst 300 mA märkutlösningssström

### 3.3 Dvärgbrytare

Dvärgbrytarna blir vanligare i nya elinstallationer. Det finns en del skillnader mellan vanliga proppsäkringar och dvärgbrytare:

- Dvärgbrytaren har högre effektförlust än motsvarande storlek av en proppsäkring.
- Dvärgbrytaren har en mycket kompaktare konstruktion än en proppsäkring, det betyder att dessa kan installeras i mindre utrymmen vilket kommer att öka temperaturen i gruppcentralen.

En ökad temperatur i gruppcentralen leder till att funktionsvärden för dvärgbrytarna och belastningsförmågan för ledningarna påverkas. (Elentreprenörsförbundet STUL, 2012)

#### 3.3.1 Olika typer av dvärgbrytare och dess märkvärden

De viktigaste värden som ska kontrolleras när dvärgbrytare ska installeras är spänning, utlösningsskurva, märkström och brytförmåga.

Märkströmmar som är rekommenderade för dvärgbrytaren är 6, 8, 10, 13, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100 och 125 A.

Den vanligaste brytförmågan hos dvärgbrytare är 6 kA vid 400 V. I SFS-EN 60898 hittas följande standardenliga värden för dvärgbrytare: 3000 A, 4500 A, 6000 A, 10 000 A, 15 000 A, 20 000 A och 25 000 A. (Elentreprenörsförbundet STUL, 2012)

I DI-2012 beskrivs fem olika typer av dvärgbrytare:

- Typ B dvärgbrytare kan främst användas där det inte förekommer stora startströmmar, t.ex. för belysning och uttagsgrupper för normalt bruk.
- Typ C dvärgbrytare kan användas till samma ändamål som typ B. Typ C klarar högre startströmmar än typ B men skyddar däremot inte lika bra mot ledningarnas kortslutningsströmmar.
- Typ D dvärgbrytare tål startströmmar bättre än de tidigare och därför är denna lämplig till att skydda motordrifter.

Typ K och Z dvärgbrytare är standardiserade för industriellt bruk under DIN VDE 0660. Typ K dvärgbrytare kan främst användas i installationer som utförs i industrier och som skydd för motorer och transformatorer. Typ Z kan främst användas i strömkretsar där det förekommer tyristorer och dioder och i strömkretsar där kortslutningsströmmen är väldigt låg. (Elentreprenörsförbundet STUL, 2012)

I standarden SFS-EN 60898 hittas följande egenskapsvärden gällande dvärgbrytare:

**Tabell 9. Dvärgbrytare och dess egenskapsvärden. (Elentreprenörsförbundet STUL, 2012)**

Utlösningskurva och märkströmmar	Termisk utlösning	Utlösningstid		Magnetutlösning		Utlösningstid
		> 1 h	< 1 h	3 I <sub>n</sub>	5 I <sub>n</sub>	
<b>B</b>	≤ 63 A	1,13 I <sub>n</sub>	> 1 h	3 I <sub>n</sub>		≥ 0,1 s
		1,45 I <sub>n</sub>	< 1 h		5 I <sub>n</sub>	< 0,1 s
<b>C</b>	≤ 63 A	1,13 I <sub>n</sub>	> 1 h	5 I <sub>n</sub>		≥ 0,1 s
		1,45 I <sub>n</sub>	< 1 h		10 I <sub>n</sub>	< 0,1 s
<b>D</b>	≤ 63 A	1,13 I <sub>n</sub>	> 1 h	10 I <sub>n</sub>		≥ 0,1 s
		1,45 I <sub>n</sub>	< 1 h		20 I <sub>n</sub>	< 0,1 s

I Tabell 10 hittas de lägsta värden som krävs för att en dvärgbrytare ska bryta.

**Tabell 10. De lägsta kortslutningsströmmarna för att en dvärgbrytare ska bryta, beräknade värden och värde som krävs vid mätning. (Tiainen, 2012)**

Märkström A	B-typ 0,4 s och 5,0 s A	Mätvärde som krävs A	C-typ 0,4 s och 5,0 s A	Mätvärde som krävs A
6	30	37,5	60	75
10	50	62,5	100	125
16	80	100	160	200
20	100	125	200	250
25	125	156,3	250	312,5
32	160	200	320	400
50	250	312,5	500	625
63	315	393,8	630	787,5
80	400	500	800	1000
125	625	781,3	1250	1562,5

### 3.4 Jordning och potentialutjämning

Ur en elsäkerhetssynpunkt är jordning och potentialutjämning en väldigt viktig del i en elanläggning. Det största syftet med jordning är att begränsa eller förhindra stegspänningar och beröringsspänningar ifall ett fel inträffar. Jordningen ska också förhindra spänningar från att överföras mellan olika system, förhindra uppkomst av ljusbågar och gnistor. Även läckströmmar ska förhindras och jordfelsskydd och felskydd ska fungera korrekt. (Elentreprenörsförbundet STUL, 2012)

#### 3.4.1 Jordningens definitioner

Inom jordning finns det en hel del benämningar och termer som är väldigt viktiga att känna till. Här nedanför hittas en tabell med de viktigaste benämningarna och deras betydelse:

**Tabell 11. Jordningsbenämningar och dess betydelse. (Elentreprenörsförbundet STUL, 2012)**

Benämning	Betydelse
Skyddsledare	Skyddsledaren används som skydd för att t.ex. förhindra elchock.
Skyddsjordsledare	Skyddsjordsledaren används som skyddsjordning.
Utsatt del	En utsatt del är en del som går att röra och vid isoleringsfel kan bli spänningsförande, t.ex. metallkonstruktionen till en lampa.
Jordledare	Jordledaren är den ledare som förbinder jorden med systemet eller installationen.
Huvudjordningsskena Huvudjordningsklämma	Till denna ansluts ledare, vilka fungerar som potentialutjämnare och jordning.
Främmande ledande del	En främmande ledande är en del i en byggnad som inte hör till elinstallationen där det kan förekomma potential, t.ex. rörsystem som är ledande hör till främmande ledande delar.
Fundamentjordelektrod	En fundamentjordelektrod är oftast installerad i byggnadens betongfundament eller under byggnadens fundament.
Skyddsjordning	Skyddsjordning är att i skyddssyfte jorda en punkt i installationen eller jorda hela systemet. Skyddsjordning görs för att förhindra elchock. I TN-systemet förbinds skyddsjordningen med systemets jordning.
Funktionell jordning	Funktionell jordning är att i störningsskyddssyfte jorda en punkt i installationen eller jorda hela systemet.
Skyddande potentialutjämning	Potentialutjämning som är ämnad för skyddsändamål.
Funktionell potentialutjämning	Potentialutjämning som är ämnad för andra ändamål än säkerhet.

## 4 Elplanering

Elplaneringen på BotniaSec görs med hjälp av CADS. Här under hittas en förenklad version av hur elplaneringen går tillväga vid BotniaSec. I manualen finns en mycket mer detaljerad beskrivning.

Elplaneringen av modulhus vid BotniaSec sköts på följande sätt:

- Mapper och undermapper skapas.
- Kundenspecifik infomail sparas i tillhörande undermapp tillsammans med inredningsritningar.
- Kundenspecifika kontraktet och vad leveransen ska innehålla i husleveransen skrivs ut och nödvändig information från dessa märks upp.
- Senaste bottenritningen öppnas upp.
- Onödiga lager som inte krävs på elritningen stängs ner.
- Kunduppgifterna och annan info plockas in till inforutan på ritningen.
- Övriga ritningstexter kopieras in från föregående ritningar.
- Ritningsramen från tidigare ritningar och övriga inforutor kopieras in på ritningen.
- Man utgår från en standardritning eller från tidigare liknande hus när ritningsskedet börjar. En standardritning hittas i bilaga 2.
- Elsymboler plockas in på ritningen.
- När elritningen är klar, ritas brandalarmsritningarna. Det finns färdigt inritade brandalarm på bottenritningen.
- Sedan görs GC-schema och GC-märkningarna. GC-schema hittas i bilaga 3.
- Ritningarna sparas i både PDF-format och DWG-format.
- Elplaneringen skickas till kunden för godkännande.
- Ifall kundens önskar ändringar eller tillägg, korrigeras ritningarna.

## 5 Elinstallation

Alltid vid början av ett nytt husprojekt ska elritningarna för tillhörande hus skrivas ut. Dessa skrivs ut i tre exemplar för att alla montörerna ska ha tillgång till dessa. I vissa fall kan tillfälliga ritningar skrivas ut åt byggarna.

Innan kabeldragningen och dosinstallationen påbörjas ska montören göra en okulär besiktning över modulerna för att kontrollera:

- Att ytterväggarnas och sektionsväggarnas dosor är korrekt placerade.
- Att dosorna i dessa väggar inte sticker ut utanför gipsskivan.
- Att hål för kopplingspunkten mellan sektionsväggarna är tagna.
- Att höjden på utelamporna, uteuttagen och utegivare är korrekta och att rör är dragna till insidan.
- Att rör för gårdsbelysning, köksön och rör till gruppcentralen är dragna i golvet.
- Att tillhörande rör i övrebjälklag finns och är rätt placerade.

Exempel på felkorrigeringar finns i manualen som har lämnats åt Botniasec.



## 5.1 Utförande av kabeldragning och dosinstallation

Vid början av kableringsskedet märks taklampor, takdosor och brandalarm ut i taket. Håldiametern i takpanelen för infällda lamporna skrivs också ut. Vilka typer av lampor som används och deras håldiameter hittas i manualen som lämnats åt Botniasec.

Vid behov kan dosan för brandalarmet behöva flyttas, dessa regler måste då följas:

- Brandalarmet får inte placeras nära ventilation.
- Brandalarmet måste vara på minst 50 cm från närmaste vägg.
- Brandalarmet måste vara minst en meter från närmaste lysrör och minst 50 cm från taklampa.














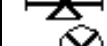






Vid installation av väggdosorna följs inredningsritningar och en lista för doshöjder som hittas i manualen.

Kabelinstallationen utförs på ett säkert sätt både för montören och andra personer. Under kabeldragningen är det viktigt att tänka på:

- Att hålla ett visst avstånd mellan 230 volts, data/TV- och brandalarmskablar. Ifall dessa ska korsas måste de korsas med 90 grader.
- Att hålla ett visst avstånd från trappöppningar.
- Att inte dra kablar i taket ovanför öppenspis.
- Att undvika att dra kablar där köksfläkten ska installeras.
- Att hålla ett visst avstånd från där infällda lampor ska installeras.
- Att inte dra kablar i taket ovanför bastun.
- Att alltid anteckna i takdosan vart kabeln hör.
- Att alltid anteckna säkringsnummer på kablar vid central och kopplingspunkt.

Symbolerna som används på ritningarna är de samma som används i vilken elinstallation som helst. I Tabell 12 hittas symboler och dess beskrivning över de vanligaste symbolerna som används på ritningar över modulhus.

**Tabell 12. De vanligaste symbolerna som används i modulhus och symbolernas beskrivning.**

Symbol	Beskrivning
	Temperaturgivare
	Dosa
	1-ans brytare
	6-ans brytare
	5-ans brytare
	Dimmer 1-an
	Tryckknapp
	Dimmer 6-an
	Enkelt påputs uttag
	Dubbelt påputs uttag
	Enkelt infällt uttag
	Dubbelt infällt uttag
	Vägg lysrör
	Vägg lysrör med uttag
	"Större symbol" = plafond
	"Mindre symbol" = Infälld LED
	Taklampa med dosa
	Antenn uttag
	Data uttag
	Brandalarm

För att veta vilken typ av kabel som ska användas i installationen kan detta kontrolleras i en lista med säkringsnummer, beskrivning och kabeltyp som finns i manualen.

## **5.2 Gruppcentralens placering och installation**

Gruppcentralen som används vid modulhusinstallationen är en specialbeställd central som har färdigt installerade dvärgbrytare och jordfelsbrytare. För att säkerställa att dvärgbrytarna och jordfelsbrytarna är hela ska detta kontrolleras med hjälp av att växla mellan av/på-läge.

Gruppcentralen installeras på 70 cm höjd från färdigt golv. Extra rör för framtida uppdateringar dras färdigt till centralen varefter kablarna dras in och kopplas in. I manualen finns en instruktion hur centralen installeras. I bilaga 3 hittas en mall på GC-schema.

## **5.3 Installation av belysning och uttag**

Vid installation av belysning följs alltid tillverkarens anvisningar. Brytare installeras enligt vilken funktion denna har, ifall den ska användas som trappbrytare eller ej. Dimrar installeras enligt tillverkarens anvisningar. Uttagen installeras genom att alltid hålla fasen till höger eller uppåt och nollan till vänster eller neråt beroende på hur uttaget är svängt.

## **5.4 Installation av data/TV**

Vid installation av datauttag följs standard A. När alla datauttag är kopplade i en modul testas dessa med en datatestare för att säkerställa att dessa fungerar. Vid skalning av antennkabeln ska det kontrolleras att inga trådar från manteln har kontakt med mittledaren.

## 5.5 Installation av brandalarm

Brandalarmen i modulhusen installeras med en sådan typ som fungerar på 230 V, alla brandalarm är försedda med ett nio volts batteri så att funktionen ska bibehållas vid strömavbrott. Brandalarmen installeras i vanliga väggdosor med att först skruva fast en fastsättningsram i väggdosan och sedan vrida fast brandalarmet. Färgerna på trådarna från brandalarmet är röd, svart och orange. Röda kopplas till fasen, svarta kopplas till nollan och orangea kopplas till vita ledaren. Ifall det är ett flerplanshus kopplas slingorna ihop i centralen med den vita tråden.

## 6 Ibruktagningsbesiktning

Vid ibruktagningsbesiktningen ska ett protokoll fyllas i med uppmätta värden. Enligt Sähköinfo ska följande saker testas vid en ibruktagningsbesiktning:

- Grunduppgifterna ska fyllas i på protokollet.
- En okulär besiktning ska göras över installationen och ska kontrolleras så att den följer kraven.
- Kontinuiteten i skyddsledarna ska mätas. Denna mäts från skyddsjordsskenan till all elutrustning och uttag. Resistansen ska ligga i intervallet 0–3  $\Omega$ . Resistansen i testtråden ska räknas bort.
- Isolationsresistansen ska mätas i huset, stigaren och från en grupp vars uttag ligger längst bort. När det är ett TN-S system ska kontakten mellan N och PE kopplas bort när man mäter isolationsresistansen. Mätvärden inom vilka områden som är godkända hittas i Tabell 13.
- Automatisk fränkoppling ska kontrolleras. Detta görs med stickprov från alla grupper. Mätvärden inom vilka områden som är godkända hittas i Tabell 10.
- Rotationsriktningen ska mätas i centralen och trefas uttag.
- All elutrustnings funktionalitet ska kontrolleras.
- Brandalarmet ska kontrolleras.
- Protokollet ska fyllas i.

Tabell 13. Godkända isolationsresistanser och vilka testspänningar som krävs.

Märkspänning	Testspänning V	Isolationsresistans M $\Omega$
SELV och PELV	250	$\geq 0,5$
< 500 V	500	$\geq 1,0$
< 500 V (specialfall)	250	$\geq 1,0$
> 500 V	1000	$\geq 1,0$

Mer information om vad som ska testas under ibruktagningen med beskrivning hittas i SFS 6000 under punkt 61.3.

## 7 Lagar bestämmelser och standarder som berör elarbeten

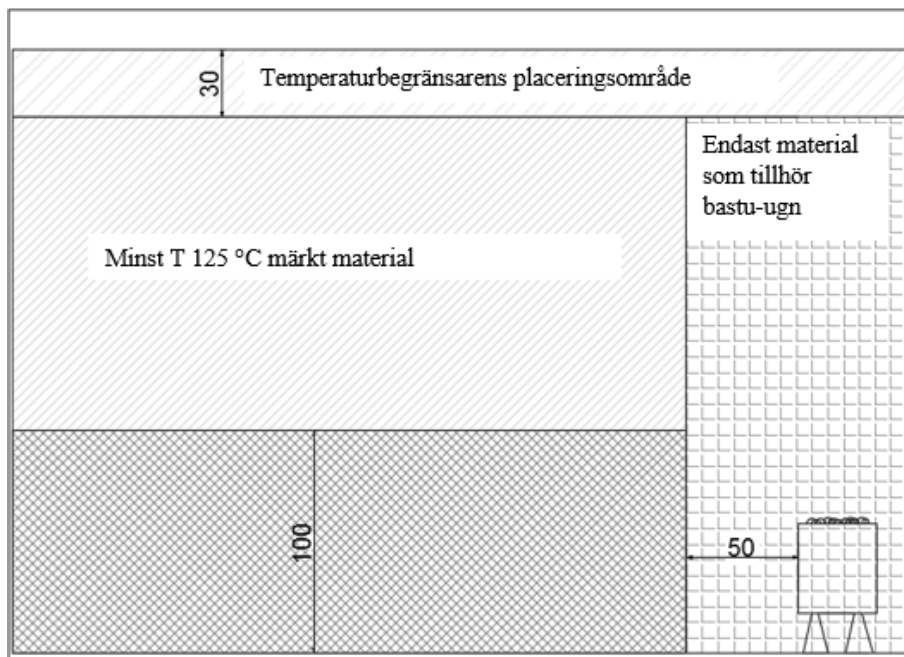
Kapitlet behandlar lagar och bestämmelser för våtrumsinstallation. Beskrivningar till lagarna hittas på [www.finlex.fi](http://www.finlex.fi). Standarderna som hittas i SFS 6000 är inte räknade upp i detta kapitel p.g.a. att de är flera sidor.

I Tabell 14 finns lagar som berör elarbeten.

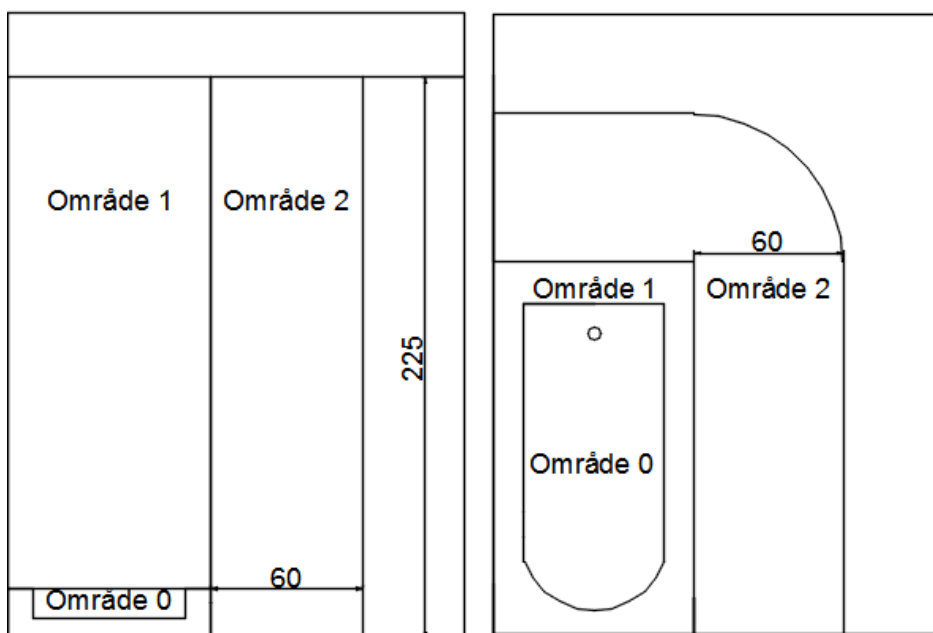
**Tabell 14. Lagar som berör elarbeten.**

Lag nummer	Lag
1135/2016	Elsäkerhetslag
1434/2016	Elanläggningar
1435/2016	Elarbeten och driftsarbeten
1436/2016	Elanläggningars elektromagnetiska kompabilitet

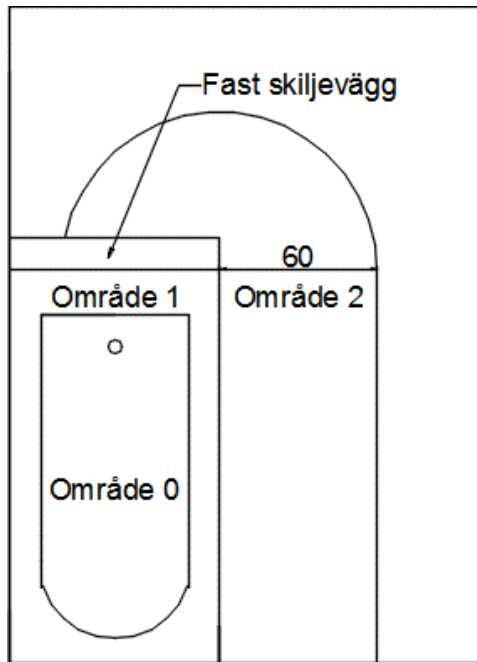
Vad gäller våtutrymmen och bastu följs dessa bestämmelser (alla mått i cm):



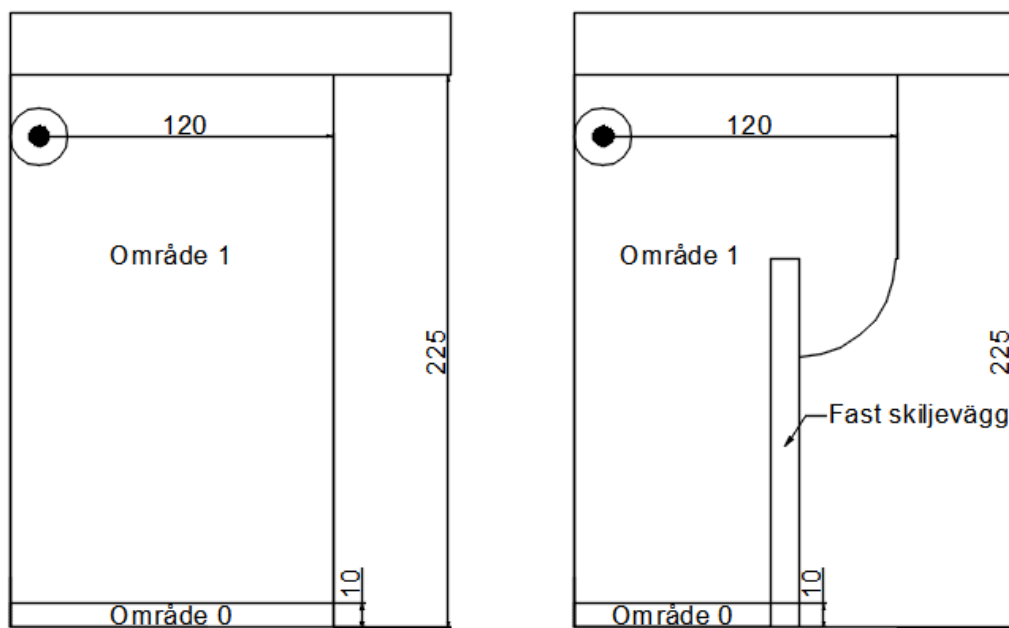
Figur 33. Bastu och mått för elinstallationer.



Figur 34. Badkar sett från sidan (till vänster), badkar sett uppifrån (till höger).

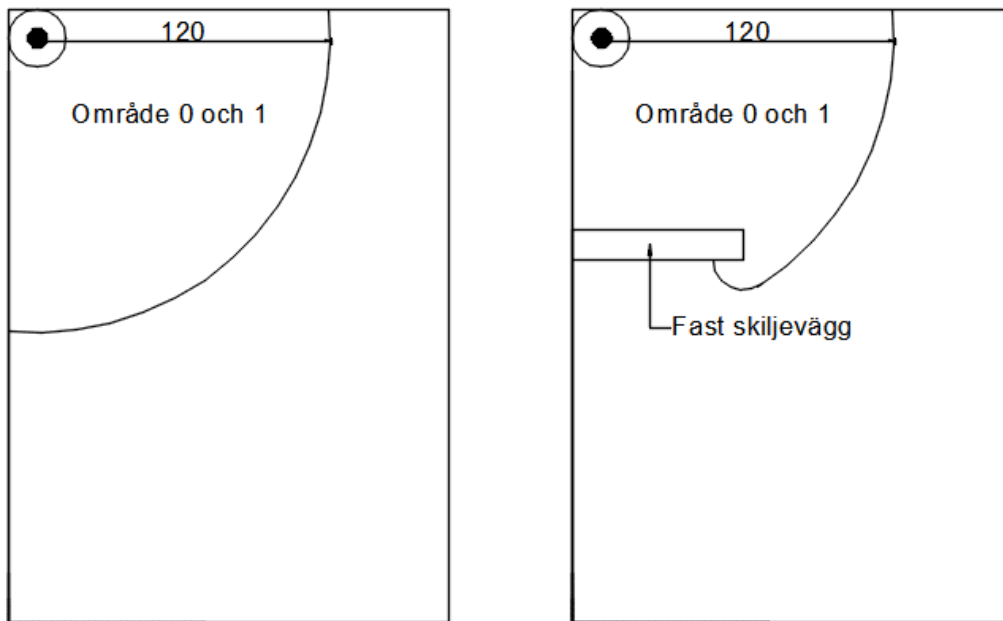


Figur 35. Badkar med skiljevägg sett uppifrån.



Figur 36. Duschutrymme sett från sidan (med skiljevägg till höger).





Figur 37. Duschutrymme sett uppifrån (med skiljevägg till höger).

Elmaterielen som används i de olika områdena ska ha minst följande kapslingsklasser:

- Område 0: IPX7
- Område 1: IPX4
- Område 2: IPX4

All elmateriel i utrymmen med badkar och/eller dusch skyddas med en eller flera jordfelsbrytare med högst 30 mA märkutlösningström. I dessa fall krävs inte jordfelsbrytare:

- När man tillämpar elektrisk separation och kretsen matar endast ett bruksföremål.
- När man tillämpar skyddsmetoderna SELV eller PELV.

(Elentreprenörsförbundet STUL, 2012)

Kapslingsklasser och deras betydelse:

Tabell 15. Kapslingsklasser och deras betydelse.

Benämning enligt CEE	IEC 144 SFS 2972	Egenskapen hos kapslingsklassen	Vanligaste användningsområden
Berörings skyddad	IP20	Ofrivillig beröring av spänningsförande delar är försvårad eller förhindrad.	Torrt utrymme utan nämnvärt damm.
Droppskyddad	IP22	Ömtåliga delar är i driftläge skyddade mot utifrån lodrätt fallande vattendroppar.	Fuktigt utrymme, under tak utomhus.
Regnskyddad	IP23	Ömtåliga delar är i driftläge skyddade mot regn som faller i 0-60° vinkel i förhållande till lodlinjen.	Utomhus.
Sköljtät	IP34	Ömtåliga delar är skyddade mot alla tänkbara riktningar stänkande vattendroppar.	Fuktigt utrymme, vått utrymme, brandfarligt utrymme.
Spolsäker	IP55	Ömtåliga delar är skyddade mot vatten som sprutas utifrån ur godtycklig riktning.	Vått utrymme.
Vattentät	IP67	Ömtåliga delar är skyddade mot inträngning av vatten.	Vått utrymme som innehåller frätande ämnen.
Tryckvattentät	IP68	Ömtåliga delar är skyddade mot inträngning av vatten under tryck.	Under vatten.
Dammskyddad	IP54	Skadlig anhopning av damm i materielen är förhindrad.	Dammigt utrymme.
Dammtät	IP67	Inträngning av damm är förhindrad.	Dammigt, vanligtvis brandfarligt utrymme.

Standarder som berör elarbeten är väldigt många till antalet, därför har inte dessa lagts till detta arbete. Dessa standarder hittas i bilaga B i SFS-6000.

## 8 Resultat och sammanfattning

Resultatet av detta examensarbete blev en manual som instruerar läsaren i hur alla elarbeten ska utföras vid BotniaSec. Manualen strävar efter att förhindra reklameringsarbete, informera alla parter om gemensamma riktlinjer och instruera nyanställda. Specifikt behandlar manualen arbeten i modulhus. Manualen är uppdelad i tre huvudkapitel: Elplanering, elinstallering och ibruktagningsbesiktning. Alla kapitel har dessa underrubriker: att tänka på, under arbetes gång och en checklista. Checklistan kan användas vid alla arbetsskedena för att säkerställa att allt är korrekt gjort. Under varje kapitel finns också en lista med lagar och standarder som berör den del av arbetet. Manualen innehåller även instruktioner för hur övervakningssystem planeras och installeras, även om det inte behandlas i detta dokument. Manualen är uppbyggd på ett sådant sätt att det enkelt skall gå att hitta det som man söker efter. Manualen innehåller även bilder på elsymboler med beskrivning över de vanligaste symbolerna som hittas på elritningarna, denna symbollista finns även med i detta dokument (se Tabell 12).

Elcentralerna är specialbeställda centraler som är ämnade för modulhusen i fabriken, så alla hus har samma centraluppbyggnad. En tabell med säkringsnummer, beskrivning och vilken typ av kabel finns i manualen.

Manualen behandlar även hur automationssystem planeras, installeras och testas. Automationssystemen som har valts till detta arbete är KNX och ABB free@home. Det finns många olika automationssystem för hemmabruk där KNX är ett av de största, men används kanske främst i större byggnader även om det blivit vanligare i egnahemshus. ABB free@home är ett relativt nytt system, men fler visar intresse för detta system. Systemet är relativt enkelt att konfigurera även för kunden. Manualen behandlar programmeringen för både KNX och ABB free@home systemen. Programmeringen beskrivs steg för steg med bilder och förklarande text.

Olika dokument vid BotniaSec kommer att länka till manualen för att klargöra olika principer. Manualen kommer även att finnas tillgänglig som helhet åt alla anställda vid BotniaSec.

## 9 Diskussion

Tack vare erfarenheter från elinstallering i modulhus har elinstallationsdelen varit enklast att skriva om medan elplaneringen och ibruktagningen har varit svårare att skriva om. Till dessa kapitel har möten med BotniaSec varit till hjälp. Även SFS 6000 och D1-2012 har varit till stor hjälp. För att arbetet skulle framskrida på önskvärt sätt har regelbundna möten med BotniaSec ordnats.

Flera olika automationssystem kunde ha inkluderats i arbetet men det skulle ha lagt tyngdpunkten för arbetet på automationssystem, vilket inte var tanken. Många av de andra automationssystemen är mera tillämpade för hobbybruk än installation i en nybyggnad.

I manualen och i detta arbete finns beskrivningar på hur automationssystemen programmeras under kapitel 2.2.3 samt 2.3.1. Programmeringen av KNX sköts med ett program som heter ETS. Till arbetet har ETS lite, som är ett gratis program tagits ner för att få en bättre förklaring på hur KNX systemet programmeras. I beskrivningen till ABB free@home har en engelsk manual följts för att beskriva hur detta system ska programmeras.

Att skriva två dokument har varit ett av det svåraste med detta examensarbete. Att välja vilka delar som ska finnas både i manualen och examensarbetet, och vilka som bara ska finnas i det ena har varit utmanande.

Examensarbetet har varit väldigt lärorikt gällande olika standarder och bestämmelser inom området. Att få reda på hur elplaneringen och ibruktagningen fungerar har också varit intressant.

Manualen kunde utvecklas vidare genom att tillägga ett kapitel om arbetssäkerhet. Också information om hur offertberäkning görs kunde inkluderas.

## 10 Källförteckning

ABB, 2016. *ABB-free@home downloads*. [Online]

Available at: <http://new.abb.com/low-voltage/launches/free-at-home/downloads>  
[Använd 9 januari 2017].

ABB, u.d. *ABB i-bus KNX*. [Online]

Available at: [http://www.knx-gebaeudesysteme.de/sto\\_g/English/HTML/product tree 030 005 001 006.htm](http://www.knx-gebaeudesysteme.de/sto_g/English/HTML/product_tree_030_005_001_006.htm)  
[Använd 3 januari 2017].

Botniasec, u.d. *BotniaSec*. [Online]

Available at: [www.botniasec.fi](http://www.botniasec.fi)  
[Använd 2 januari 2016].

Elentreprenörsförbundet STUL, 2012. *D1-2012 Handbok om byggnaders elinstallationer*. Vanda: Hansaprint.

Finlands standardiseringsförbund SFS rf., 2013. *Elinstallation. Del 1: SFS 6000 Lågspänningselinstallationer*. Helsingfors: SFS rf.

KNX Association, 2006. *Handbok för hem- och fastigetskontroll*. 5:e red. Frankfurt: ZVEI: ZVEH.

KNX SWEDEN, 2015. *www.knxsweden.se*. [Online]

Available at: <http://knxsweden.se/dokument/konsulthanboken/index.html>  
[Använd 3 januari 2016].

Kymdata, u.d. *Cads*. [Online]

Available at: <http://www.cads.fi/fi>  
[Använd 3 januari 2017].

Tiainen, E., 2012. *ST 53.25 Ohjeita vikasuojauksesta enintään 1000 V:n TN-järjestelmässä*, Esbo: Sähkötieto Oy.

## Figurförteckning

Figur 1. KNX-linjens uppbyggnad.	4
Figur 2. KNX-områdes uppbyggnad.	5
Figur 3. KNX flerområdes uppbyggnad.	6
Figur 4. KNX-systemets uppbyggnad.	7
Figur 5. KNX/DALI, uppbyggnad.	7
Figur 6. DALI, gruppadressering. (KNX SWEDEN, 2015)	8
Figur 7. ABB KNX strömkällans kopplingsschema. (ABB, u.d.)	11
Figur 8. ABB KNX linjekopplares kopplingsschema. (ABB, u.d.)	12
Figur 9. ABB KNX USB-gränssnitt kopplingsschema. (ABB, u.d.)	13
Figur 10. ABB KNX brytaktorers kopplingsschema. (ABB, u.d.)	14
Figur 11. ABB KNX binäringångars kopplingsschema. (ABB, u.d.)	15
Figur 12. ABB KNX busskopplare. (ABB, u.d.)	16
Figur 13. ABB KNX dimmerenhet. (ABB, u.d.)	16
Figur 14. ABB KNX tryckknapp. (ABB, u.d.)	17
Figur 15. ETS-översikt.	18
Figur 16. ETS vånings- och rumsindelning.	19
Figur 17. ETS-enhetslista.	20
Figur 18. ETS-enhet med dess parametrar.	20
Figur 19. ETS-adressering av enheter.	21
Figur 20. ETS-ändring av fysiska adressen.	22
Figur 21. Adressering av tryckknapp	22
Figur 22. Adressering av brytaktor	22
Figur 23. ABB free@home uppbyggnad. (ABB, 2016)	23
Figur 24. ABB free@home. Topologier.	24
Figur 25. ABB free@home inkoppling till hemnätverk. (Till vänster via WLAN, till höger via kabel) (ABB, 2016)	24
Figur 26. ABB free@home inkoppling till hemnätverk som strukturerad kabelanslutning. (ABB, 2016)	24
Figur 27. ABB free@home huvudmeny. (ABB, 2016)	26
Figur 28. ABB free@home, våningsstruktur. (ABB, 2016)	27
Figur 29. ABB free@home, rumsstruktur. (ABB, 2016)	27
Figur 30. ABB free@home, tilläggning av funktioner. (ABB, 2016)	28
Figur 31. ABB free@home, automatiskt popup-fönster för att välja enhet. (ABB, 2016)	28
Figur 32. Konstruktionen hos jordfelsbrytaren.	35
Figur 33. Bastu och mått för elinstallationer.	49
Figur 34. Badkar sett från sidan (till vänster), badkar sett uppifrån (till höger).	49
Figur 35. Badkar med skiljevägg sett uppifrån.	50
Figur 36. Duschutrymme sett från sidan (med skiljevägg till höger).	50
Figur 37. Duschutrymme sett uppifrån (med skiljevägg till höger).	51

## Tabellförteckning

Tabell 1. Exempel på KNX adressering. _____	21
Tabell 2. Färg på ledarna enligt HD 308 när skyddsledaren är med. (Finlands standardiseringsförbund SFS rf., 2013) _____	31
Tabell 3. Färg på ledarna enligt HD 308 när gul-grön ledare saknas. (Finlands standardiseringsförbund SFS rf., 2013) _____	32
Tabell 4. Kablars typbeteckningar enligt CENELEC. Ledarmaterialet betecknas vidare med A ifall det är aluminium och utan extra beteckning ifall det är koppar. (Elentreprenörsförbundet STUL, 2012) _____	33
Tabell 5. Jordfelsbrytarens märkvärden. (Elentreprenörsförbundet STUL, 2012). ____	35
Tabell 6. Utlösningstider för jordfelsbrytaren. (Elentreprenörsförbundet STUL, 2012) _____	36
Tabell 7. Utlösningström då testströmmen är pulserande likström för en typ A jordfelsbrytare. (Elentreprenörsförbundet STUL, 2012) _____	36
Tabell 8. Användning av jordfelsbrytare. (Elentreprenörsförbundet STUL, 2012) ____	37
Tabell 9. Dvärgbrytare och dess egenskapsvärden. (Elentreprenörsförbundet STUL, 2012) _____	39
Tabell 10. De lägsta kortslutningsströmmarna för att en dvärgbrytare ska bryta, beräknade värden och värde som krävs vid mätning. (Tiainen, 2012) _____	39
Tabell 11. Jordningsbenämningar och dess betydelse. (Elentreprenörsförbundet STUL, 2012) _____	40
Tabell 12. De vanligaste symbolerna som används i modulhus och symbolernas beskrivning. _____	44
Tabell 13. Godkända isolationsresistanser och vilka testspänningar som krävs. ____	47
Tabell 14. Lagar som berör elarbeten. _____	48
Tabell 15. Kapslingsklasser och deras betydelse. _____	52

# Bilagor

## Bilaga 1

### Innehåll

1. Elplanering .....	1
1.1 Att tänka på innan planeringen .....	1
1.2 Under elplaneringens gång.....	2
1.3 Planering av automationssystem.....	4
1.3.1 Allmänt om automationssystem.....	4
1.3.2 KNX-system .....	5
1.3.3 ABB free@home.....	15
1.4 Lagar och bestämmelser för elplanering.....	22
1.5 Checklista .....	23
2. Övervakningssystem .....	25
2.1 Att tänka på innan planeringen .....	25
2.2 Under övervakningsplaneringens gång .....	29
2.3 Planering av kameraövervakning.....	29
2.4 Lagar och bestämmelser för planering av övervakningssystem.....	30
3. Elinstallation.....	34
3.1 Att tänka på innan installation .....	34
3.2 Kabeldragning och dosinstallation.....	36
3.3 Automationssystem installation.....	43
3.4 Installation och placering av gruppcentral och installation av kopplingspunkt.....	45
3.5 Beställning av elmaterial .....	47
3.6 Inställning av uttag och belysning .....	48
3.7 Brandalarmsinstallation .....	50
3.8 Svagströmsinstallation (Data, TV).....	50
3.9 Installation av övervakningssystem .....	51
3.10 Kameraövervakningsinstallation .....	52
3.11 Lagar och bestämmelser för elinstallationer .....	53
3.12 Checklista .....	57
4. Ibruktagningsbesiktning .....	60
4.1 Att tänka på vid ibruktagningsbesiktning.....	60
4.2 Vad som ska göras .....	61
4.2.1 Test av automationssystem.....	62
4.3 Lagar och bestämmelser vid ibruktagningsbesiktning .....	62
4.4 Checklista .....	63
5. Figurförteckning .....	64
6. Tabellförteckning .....	65





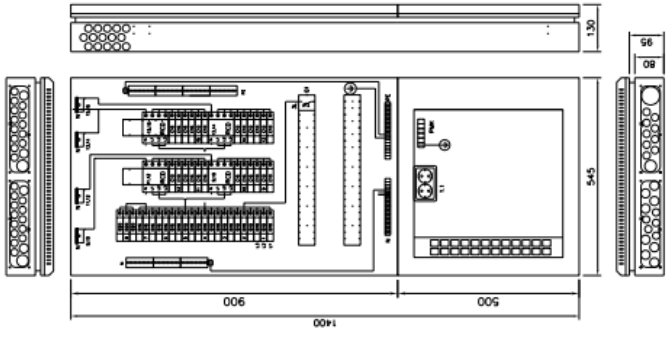
Bilaga 3

Ryhmäkeskus IT-tiiliä, SLY 1.3 kytkennällä ja 30mA vikavirtasuojakytkimillä.		Pinta- ja uppoasennukseen.			
Rakennusohje	PE_N_3L_50A	Kaavo	A/A Laji mm <sup>2</sup>		
Rakennusohje <b>UUDISRAKENNUS</b>	Päivitetty <b>PÄÄKÄÄVIO + KOKOONPANOKUVA</b>	5.1	B10		
		5.2	B10		
		5.3	B10		
Rakennusohjeen nimi ja osote <b>RYHMÄKESKUS Rk</b>	Päivitetty <b>PÄÄKÄÄVIO + KOKOONPANOKUVA</b>	5.4	B10		
		5.5	B10		
		5.6	B10		
		5.7	B10		
		5.8	B10		
		5.9	B10		
		5.10	B10		
		5.11	B10		
		5.12	B10		
		5.13	B10		
		5.14	B10		
		5.15	B10		
		5.16	B10		
		5.17	B10		
		5.18	B10		
Pien. Muutos	Täht.	9.1	C10		
		9.2	C10		
		9.3	C10		
Pien. Muutos	Täht.	10.1	C16		
		10.2	C16		
		10.3	C16		
		11.1	C16		
		11.2	C16		
		11.3	C16		
		12.1	C16		
		12.2	C16		
		12.3	C16		
		Pien. Muutos	Täht.	13.1	B10
				13.2	B10
				13.3	B10
		Pien. Muutos	Täht.	14.1	C10
				14.2	C10
				14.3	B16
Pien. Muutos	Täht.	15.1	C10		
		15.2	C10		
		15.3	C16		



Mittakaava	Lehti	Lendit
	2	4
Piirustusnumero	1280 / SÄH-5	

Ryhmäkeskus IT-tiiliä, SLY 1.3 kytkennällä ja 30mA vikavirtasuojakytkimillä.		Pinta- ja uppoasennukseen.			
Rakennusohje	PE_N_3L_50A	Kaavo	A/A Laji mm <sup>2</sup>		
Rakennusohje <b>UUDISRAKENNUS</b>	Päivitetty <b>PÄÄKÄÄVIO + KOKOONPANOKUVA</b>	1.1	B10		
		1.2	B10		
		1.3	B10		
Rakennusohjeen nimi ja osote <b>RYHMÄKESKUS Rk</b>	Päivitetty <b>PÄÄKÄÄVIO + KOKOONPANOKUVA</b>	2.1	B10		
		2.2	B10		
		2.3	B10		
		3.1	B10		
		3.2	B10		
		3.3	B10		
		4.1	B10		
		4.2	B10		
		4.3	B10		
		Pien. Muutos	Täht.	5.1	B10
				5.2	B10
				5.3	B10
		Pien. Muutos	Täht.	6.1	B10
				6.2	B10
				6.3	B10
Pien. Muutos	Täht.	7.1	B10		
		7.2	B10		
		7.3	B10		
Pien. Muutos	Täht.	8.1	B10		
		8.2	B10		
		8.3	B10		



Mittakaava	Lehti	Lendit
	2	4
Piirustusnumero	1280 / SÄH-5	

Keskukseen mitoitellut  
EN 61 439-1 ja EN 61 439-3  
Tyyppi: ESSV 345.36-RJ0  
SSIL nro  
EAN nro: 64 186 77 675 843  
Nimistölehti: Ls 50 A  
Nimistölehti: Us 400 V  
Korostuslehti: IP 20 C  
Lähtymisteho: kW  
Määrä: 30 kg  
Ls: Nimistölehti-pöytä: 25 A max.  
Ls: Ohjuslaitteisto: < 10 LA  
Nimistölehti: 2...3 varovetä/vahe: 0,8  
Nimistölehti: 4...5 varovetä/vahe: 0,7  
Nimistölehti: 6...9 varovetä/vahe: 0,6  
Nimistölehti: >10 varovetä/vahe: 0,5  
Nimistölehti: 50 Hz  
Suojaa sisällyttävä: Suojuslaitteisto I  
Määräysjärjestelmä: TN- järjestelmä  
Ympäristö: Normaalit, kokonaan 7.1 mukaiset  
EMC-luokitus: A ja B