

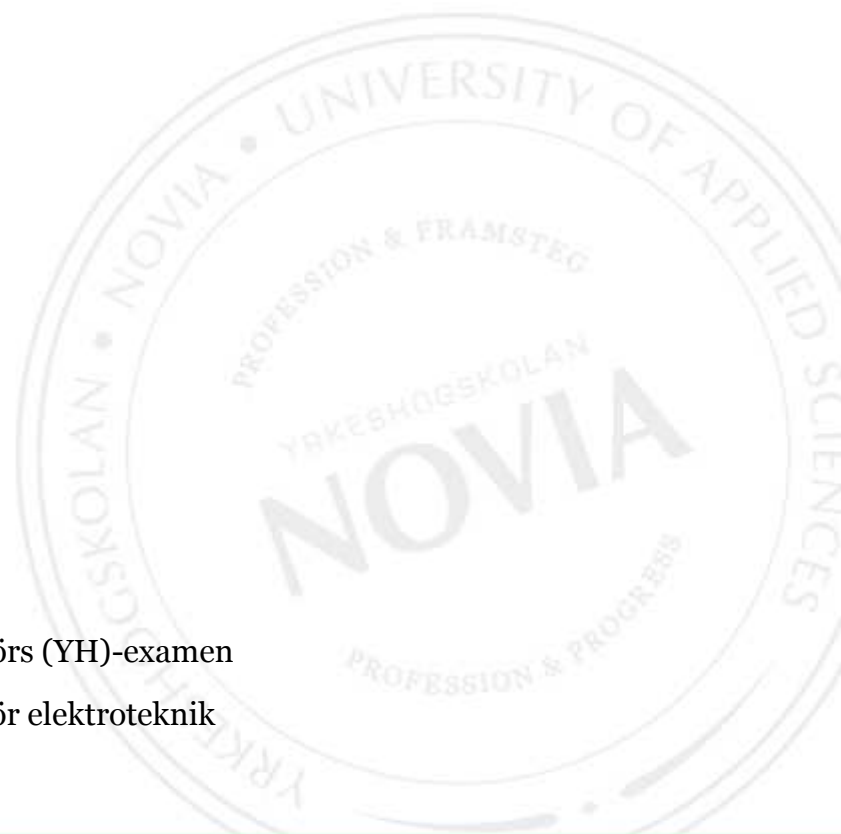
Elektrisk sammankoppling av modulhus

Christian Nygård

Examensarbete för ingenjör (YH)-examen

Utbildningsprogrammet för elektroteknik

Vasa 2011



EXAMENSARBETE

Författare: Christian Nygård

Utbildningsprogram och ort: Elektroteknik Vasa

Inriktning/alternativ/Fördjupning: Elkraftteknik

Handledare: Martti Hokkanen

Titel: *Elektrisk sammankoppling av modulhus*

Datum 05.04.2011

Sidantal 24

Bilagor 3

Sammanfattning

Avsikten med detta arbete var att undersöka olika alternativ och möjligheter till elektrisk sammankoppling av modulhus, samt att utarbeta lämpliga riktlinjer för planeringen av elinstallationerna. I arbetet presenteras olika sammankopplingsdon, deras placering i väggarna samt hur tidseffektiva och ekonomiska dessa är. I arbetet tas också upp vad lagen säger om olika sammankopplingsalternativ. Resultatet av detta arbete kommer att ligga som grund vid uppdragsgivarens fortsatta utveckling av de elektriska sammankopplingarna i modulhus.

Språk: svenska

Nyckelord: elektrisk sammankoppling, modulhus,
snabbkopplingsdon

Förvaras: Examensarbetet finns tillgängligt antingen i webbiblioteket Theseus.fi.

BACHELOR'S THESIS

Author: Christian Nygård

Degree programme: Electrical engineering

Specialization: Electrical power engineering

Supervisor: Martti Hokkanen

Title: *Electrical interconnection of modular houses*

Date 05.04.2011

Number of pages 24

Appendices 3

Abstract

The purpose of this thesis was to examine the options and opportunities for electrical interconnection of modular houses, and to develop appropriate guidelines for planning the electrical installation. The thesis presents various interconnection equipment, its placement in the walls and how time-efficient and economical the equipment is. The thesis also contains information about what the law says about the different interconnection options. The result of this thesis will serve as the basis for the client's on-going and future development of the electrical interconnections of modular houses.

Language: Swedish

houses, interconnections

Key words: electrical interconnections, modular

Filed at: The thesis is available either in the web library Theseus.fi or at Tritonia Academic Library, Vaasa.

Innehållsförteckning

1	Inledning	1
1.1	Hustillverkning	1
1.2	Husets uppbyggnad	1
1.3	Tillverkningsprocess för husmoduler.....	3
1.4	Uppgift	5
1.5	Syfte	5
2	Elinstallationer i byggnader	6
2.1	Skyddsanordningar	6
2.1.1	Skydd mot överström	6
2.1.2	Skydd mot elektromagnetiska störningar.....	7
2.1.3	Jordfelsbrytaren.....	7
2.1.4	Jordning och potentialutjämning.....	8
2.2	Ibruktagningsbesiktning.....	9
3	Elinstallationer i inflyttningsklara hus	11
3.1	Sammankoppling avmoduler	12
3.2	Sammankopplingarnas placering	13
3.3	Kopplingsboxen	14
3.4	Snabbkopplingsdon.....	15
3.5	Val av snabbkopplingsdon.....	19
4	Elplanering av egnahemshus.....	20
4.1	Elplanering av Sivo inflyttningsklara hus.....	21
4.2	Standardritningar.....	21
5	Sammanfattning	22
5.1	Problem	23
5.2	Andra lösningar.....	23
5.3	Resultat	24

1. Inledning

Detta ingenjörsarbete grundar sig på att förnya de elektriska sammankopplingarna mellan husdelarna till ett inflyttningsklart hus. Samtidigt önskas att elplaneringen av de inflyttningsklara husen sköts inom Simons Element i framtiden. Detta sköts i dagsläget av ett utomstående företag. Simons Element Ab är ett familjeägt företag beläget i Vörå. Företaget grundades 1978 av Harry Simons, och sedan dess har man tillverkat elementhus, -hallar och takstolar. År 2005 byggdes en ny produktionshall för tillverkning av inflyttningsklara hus som fick marknadsnamnet Sivo. I dagsläget arbetar 126 personer inom företaget, varav 47 på Sivo-avdelningen, 40 på elementhus-avdelningen, 24 på kontor, samt 15 på montering. (personlig kommunikation med Ingalill Westergård, löneräknare 01.12.2010)

1.1 Hustillverkning

Av ett hus i Finland krävs låg energiförbrukning och låga utsläpp. Detta har lett till att hustillverkningen har tagit nya former. Tillverkningen av ett egnahemshus har blivit mer komplicerat på många sätt, det krävs specialkunskaper inom många områden av byggtreprenören. En form av nytänkande inom hustillverkningen är inflyttningsklara hus som tillverkas enligt löpande band-metoden har blivit en växande industri på de senaste tio åren.

1.2 Husets uppbyggnad

Inflyttningsklara hus som också kallas volymhus eller modulhus tillverkas som namnen säger i stora moduler, enheter som sedan sammanfogas till en huskropp. Detta tillvägagångssätt medför få skarvar mellan husdelarna jämfört med ett t.ex. elementhus som består av separata väggdelar. Med få skarvar fås ett tätare hus som hjälper till att minska energiförbrukningen. Nackdelen med hus som tillverkas i stora enheter är att den arkitektoniska formen och planlösningen har vissa begränsningar. Begränsningarna är att huset måste tillverkas i transporterbara enheter, vilket medför att mellanväggar som avgränsar mellan modulerna är konstruktionsbärande väggar och kan inte flyttas.



Bild 1. Exempel på placering av volymskarv (www.simonselement.fi)

Begränsningar på den arkitektoniska utformningen av huset ges av att formen på huskroppen blir rektangulär p.g.a. att husenheterna måste vara transporterbara. Inflyttningsklara hus tillverkas vanligtvis inomhus i stora produktionshallar. Där utför man alla byggskedan. Det omfattar allt från tillverkning av golv, väggar och tak till köksinredning med köksmaskiner.

På Simons Element tillverkas två grundtyper av inflyttningsklara hus, Sivo Classic och Sivo Superior. Sivo Classic är som namnet säger hus med en klassisk design och består av två till fyra moduler. På Sivo Classic monteras alla husmodulerna på markplan bredvid varandra, om huset är 2- eller 1½-plan så monteras övervåningen med väggelement. Sivo Superior har en modernare design och består av fyra till åtta moduler. På Sivo Superior monteras nedervåningens moduler bredvid varandra på markplan och övervåningens moduler placeras ovanpå nedervåningens moduler.

1.3 Tillverkningsprocess av husmoduler

På Simons Element tillverkas väggelementen till Sivo-husen på elementavdelningen, väggelementen är av samma typ som till ett vanligt elementhus. Väggarna är panelade och fönster, fönsterfoder och fönsterplåtar på plats på utsidan och gipsbeklädda på insidan. Eldosor och elrör är färdigt insatta i väggen enligt elritningen. Efter detta flyttas väggarna till Sivo-avdelningen där de skall monteras på golvet.



Bild 2. Bild av en modul i monteringskedet.

Golvet tillverkas från början till slut på Sivo-avdelningen. Golvet är av fackverkstyp och tillverkas på ett stort bord där golvbjälkarna plockas ut på rätt plats och kläms fast med pneumatiska cylindrar. Detta fungerar som jig så att golvet blir rakt och i vinkel. Efter detta installeras golvvärme. De flesta hus har vattenburen golvvärme men elgolvvärme eller ingen golvvärme förekommer också. När eventuell golvvärme är på plats skruvas golvskivor på. I våtutrymmen där gjuts golvet med betong i ett senare skede. När detta är gjort så svängs golvet upp och ner. Efter svängningen installeras avloppsrör och färskvattenrör i golvet. När det är gjort så isoleras golvet med mineralull. Vindskyddsskivor och syllplankor spikas på golvet som därefter är klart att svängas ännu en gång och klart för gjutning av våtutrymmen och väggmontage. Taket till modulen är av samma fackverkstyp som golvet och tillverkas på ett liknande jig bord som golvet. Om huset är ett 2- eller 1 ½-plans hus så installeras eventuell golvvärme, avloppsrör, vattenrör också i taket för övervåningens behov på samma sätt som i golvet. Oberoende av hustyp så installeras ventilationsrören färdigt i taket. När väggarna, golvet och taket är klara, så monteras dessa samman till en modul.

Monteringen börjar med att lyfta ytterväggarna på plats på golvet, väggarna limmas och skruvas fast för en säker fastsättning. Därefter lyfts mellanväggar och hjärtväggen på plats. Dessa limmas och skruvas fast på golvet. Hjärtväggen kallas den vägg som är mellanvägg mellan modulerna när de sätts ihop. Hjärtväggen är konstruktionsbärande likasom ytterväggarna. När väggarna är på plats lyftes taket på till modulen. Taket limmas och skruvas som alla andra delar. Kvistar, varmkvistar och burspråk tillverkas på samma sätt som modulerna. Modulen är nu klar för att börja inredas.



Bild 3. Bild av en modul som är färdigt monterad och klar för inredning.

Inredningens första skede är elinstallationerna, efter elinstallationerna skivas mellanväggarna med gipsskivor, mellanväggarna har lämnats utan skivor på ena sidan fram tills detta skede för att möjliggöra el- och vattensornas installation därefter spacklas, slipas och grundmålas innerväggarna. Efter det är innerväggarna klara för ytbehandling i form av tapeter, glasfibertapeter eller ytfärg. Innertaket bekläds med panel eller takskivor. På golvet sätts laminat, parkett eller golvmatta. Efter att golv, väggar och tak är färdiga inomhus så monteras köksinredningar, badrumsinredningar, lampor, uttag och brytare, klädskåp och mellandörrar. Taklister, golvlister och fönsterlister monteras också färdigt. Väggar och/eller golv i våtutrymmen, d.v.s. badrum, WC, bastu och hjälpkök, vattenisolerar för att vatten inte ska tränga in. Därefter kan klinkers och kakel läggas eller våtrumstapeter efter kundens önskemål. I bastun, om sådan finns, panelas väggar och tak. Bastulaven och bastukaminen monteras också. Nu är modulen klar för lastning och transport.



Bild 4. Bild av en modul som är klar för transport.

1.4 Uppgift

Uppgiften är att utreda möjligheter och tillvägagångssätt för att förenkla sammankopplingarna av starkströmsmatningar, datakablar, antennkablar samt värmesystemets termostater. Detta görs främst för att effektivera monteringen av husen. Man strävar efter att huset skall vara så färdigt som möjligt när det lämnar fabriken, så att monteringen går snabbt och tillförlitligt. Till uppgiften hör även att utarbeta riktlinjer på elinstallationerna till Sivo-husmodellerna, vilka kan användas som utgångsläge vid planering av ett nytt hus. Tyngdpunkten i arbetet blir de elektriska sammankopplingarna av husmodulerna.

1.5 Syfte

Syftet med det här ingenjörsarbetet är att utreda olika alternativa lösningar på sammankopplingarna i modulhus. Sammankopplingarna skall vara så enkla och tillförlitliga som möjligt. Därför kommer alla alternativ att granskas enligt standarder och regler givna av SFS Finlands standardiseringsförbund och TUKES. Kopplingarna skall vara gjorda med snabbkopplingsdon så att inga lösa kabeländar behöver kopplas i gruppcentralen. Därför kommer olika alternativ på snabbkopplingsdon och deras lämplighet att behandlas. Syftet med det här ingenjörsarbetet är också att uppgöra riktlinjer för ledningsdragningarna enligt leveransbeskrivningen på de vanligaste husmodellerna. Detta görs för att ha en utgångspunkt vid elplaneringen.

2. Elinstallationer i byggnader

Elinstallationerna har blivit en mera betydande del av en byggnad jämfört med tidigare. Fram till för ca 40 år sedan så installerades så gott som allt elmaterial på puts, d.v.s. kablar och elektriska apparater monterades på ytan av väggar och tak. Då behövdes inte så stort hänsyn tas till elinstallationerna under byggskedet eller planering, för elsystemet kunde installera efter att väggar och tak var färdiga. På senare tid (senaste ca 30 åren) har infällt installationssätt använts. Detta betyder att kablar och ledningar installeras inuti väggar och tak, elektriska apparater såsom brytare och uttag monteras i dosor som är infällda i väggar och tak. Elinstallationerna måste nu beaktas i ett mycket tidigare skede av byggprocessen. Redan under uppgörandet av ritningar måste kabelkanaler och -rör beaktas, speciellt om dessa går genom konstruktions bärande delar eller är utrymmeskrävande. Alarmsystem och automationssystem har blivit vanligare i byggnader. Dessa kräver också bra planering i ett tidigt skede.

2.1 Skyddsanordningar

I takt med att elinstallationerna har blivit mera komplicerade och omfattande i sitt utförande så har det börjat krävas bättre skyddsanordningar. Det finns fyra olika huvudgrupper av skyddsanordningarna. De är skydd mot elchock, skydd mot termiska påverkningar, skydd mot överström och skydd mot elektromagnetiska störningar. Denna uppgift berörs inte direkt av skydd mot elchock eller skydd mot termiska påverkningar, så dessa kommer inte att tas upp. Skydd mot elchock berör främst handhållna och separat monterade elapparater. Skydd mot termiska påverkningar berör främst brandfarliga utrymmen samt ledningar inuti isolering. (D1-2009 del 4)

2.1.1 Skydd mot överström

Med skydd mot överström menas skydd mot överbelastning och kortslutning i kretsen. Ett sådant skydd kan vara en dvärgbrytare eller smältsäkring. Skyddsanordningens typ och märkvärden bestäms utgående från den skyddade ledningens/kabelns area och längd. Minimiarean för en kabel eller isolerad ledare i kraft- eller belysningskrets fast installerad i en byggnad skall vara minst 1,5 mm² koppar. I signal- och manöverkretsar är minimiarean 0,5 mm² koppar (D1-2009 s. 181). I dagens läge används nästan

uteslutande bara dvärgbrytare som brukar kallas för snabbsäkringar i elsystem för bostadsutrymmen. Dessa finns i fem olika kategorier vilka är B, C, D, K och Z. Typ K och Z är säkringar ämnade för motorer, transformatorer och halvledarkretsar inom industrin. Typ B är dvärgbrytare lämpliga för resistiva laster där inga stora startströmmar förekommer t.ex. belysning och elvärme. Typ C är dvärgbrytare lämpliga för resistiva och aningen induktiva belastningar t.ex. elvärme och uttagsgrupper. Typ C tål startströmmar bättre än typ B, men den skyddar således ledningar och kablar sämre mot kortslutningsströmmar än typ B. Typ D är lämpliga som skydd vid motordrift (D1-2009 s. 250). Man använder främst typ B och C i elinstallationer inom bostadshus.



Bild 5. Bild av en dvärgbrytare av märke ABB. (Abb, 10.01.2011)

2.1.2 Skydd mot elektromagnetiska störningar

Med elektromagnetiska störningar menas de störningar som induceras i närliggande konstruktionsdelar och kablar emellan när det flyter ström i en ledare. Med atmosfäriska överspänningar menar man främst åska (D1-2009 del 4.44). För att undvika elektromagnetiska störningar och atmosfäriska överspänningar bör alla utsatta delar av en byggnad anslutas till en gemensam jord. Detta kallas för potentialutjämning. Jordning och potentialutjämning tas upp senare.

2.1.3 Jordfelsbrytaren

”Med en jordfelsbrytare avses en automatisk fungerande skyddsanordning, vars funktion baserar sig på annan felström än ytterledarens överström” (D1-2009 s. 236). Funktionsprincipen för en jordfelsbrytare är att en summaströmtransformator mäter

summan av strömmarna i fas- och neutralledare. Om summaströmmen överskrider jordfelsbrytarens gränsutlösningström, öppnar brytaren strömkretsen mycket snabbt.

Erfarenhet visar att vanliga skyddsmetoder inte alltid fungerar. Detta på grund av faktorer som otillräcklig service, försämring av isolation eller ovarsamt bruk av elmaterielen. En metod för att minska faran för elchock är att använda en jordfelsbrytare med högst 30 mA märkutlösningström i vissa delar av installationen. Jordfelsbrytare krävs som tilläggskydd i kretsar som matar vägguttag och specialutrymmen som t.ex. dusch- och badutrymmen, simbassängutrymmen. Alla vägguttag inomhus i bostäder, kontors- och industribyggnader och kommersiella byggnader upp till 20 A skall skyddas med högst 30 mA jordfelsbrytare. I utrymmen utomhus skall högst 32 A uttag eller flyttbara materiel skyddas med högst 30 mA jordfelsbrytare. Undantag till detta är uttag avsedda för fast installerade elapparater (D1-2009 s.111). I ett egnahemshus så gäller dessa undantag kyl och frys, spisar, diskmaskiner, tvättmaskiner, varmvattenberedare, ventilationsmaskiner, elbatterier samt bastukaminer. Jordfelsbrytaren kan också användas som brandskydd, då används jordfelsbrytare med högst 300 mA märkutlösningström. Jordfelsbrytare krävs som brandskydd i brandfarliga utrymmen samt i jordbruksbyggnader.

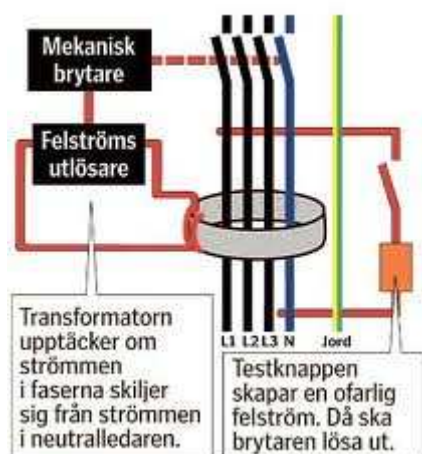


Bild 6. *Konstruktionsprincipen för en 3 fas jordfelsbrytare.*(Ingenjörstörget, 30.12.2010)

2.1.4 Jordning och potentialutjämning

Jordning och potentialutjämning är en viktig del av en elanläggning. Det primära syftet med jordning är att begränsa förekommande beröringsspänningar samt stegspänningar vid felsituationer. Felet kan vara i själva byggnaden eller i det matande

systemet, inklusive högspänningsnätet. Överspänningar pga. åska kan också jämföras med ett fel. Avsikten med jordning ur elsäkerhetssynpunkt är också att hindra överföring av farliga spänningar från ett system till ett annat, hindra uppkomsten av läckströmmar, gnistor och ljusbågar samt att skapa funktionsförutsättningar för jordfels - och felskydd. I ett jordningssystem för en egnahemshusinstallation krävs en jordledare på minst 16 mm² koppar. Denna jordledare skall förläggas i marken och skall omringa byggnadens fundament, båda ändarna av jordledaren skall anslutas till huvudjordningsskenan. Om detta inte är möjligt så skall en minst 20 m lång jordledare förläggas i marken nära byggnadens fundament eller i samma kabeldike som inkommande matningskabel. Huvudjordningsskenan är den plats dit alla delar i ett jordningssystem skall anslutas, förutom jordledaren skall också potentialutjämningsledare och skyddsledare anslutas. Delar som skall jordas i ett normalt egnahemshus är:

- alla ledande rörinstallationer t.ex. vattenrör, ventilationsrör, värmerör
- huvudcentralens och fördelningscentralens PE -skena
- fundamentjordelektrod (betongarmering)
- åskskyddssystem
- ledande delar och metallkonstruktioner
- jordledare.

Huvudjordningsskenan installeras normalt i närheten av den största centralen i byggnaden. Skenan skall vara åtkomlig och vara noggrant uppmärkt. (D1-2009 del 5.54).

2.2 Ibruktagningskontroll

Alla nya byggnaders elinstallationer skall genom gå en ibruktagningskontroll före ibruktagning. Denna ibruktagningskontroll skall utföras av elanläggningens byggare. Personen som utför ibruktagningskontrollen skall vara en tillräckligt yrkeskunnig yrkesperson som har avlagt elsäkerhetsexamen 2 eller har en ansvarsperson som har avlagt denna. En ibruktagnings kontroll innehåller inspektion, mätningar och tester samt dokumentation.

Inspektionen skall utföras före mätningar och tester, i praktiken under hela elinstallationens byggtid. Vid inspektionen skall följande saker inspekteras:

- Skydd mot elchock, kapslingar och ledningars isolation skall vara hela och i skick samt att man har använt skyddsmetoder som är godkända för utrymmet ifråga.
- Brandskydd, kontrollera att elmateriel inte är placerade så att de kan orsaka brand genom farlig uppvärmning.
- Val av ledningar med hänsyn till belastning och spänningsfall, kontrollera att planerliga ledarareor och förläggningssätt har använts.
- Yttre påverkan, kontrollera att elmaterielen som använts är lämpliga för de utrymmen de installerats i. Kapslingsklassen skall vara tillräckligt hög.
- Val av skydds- och övervakningsanordningar, t.ex. kontrollera att rätt typ av jordfelsbrytare och säkringar har använts.
- Förekomst av ritningar, märkningar och varningsskyltar, kontrollera att uppdaterade ritningar, centralscheman och jordningsscheman finns och att säkringar och skyddsanordningar är korrekt märkta samt att behövliga bruksanvisningar och dokumentation finns.
- Skyddsledare och potentialutjämningsledare, kontrollera att behövliga skydds- och potentialutjämningsledare finns och har kravenliga ledarareor.

Inspektionen skall kompletteras med mätningar och tester. Mätningar som skall utföras på en elinstallation är mätning av skyddsledarens kontinuitet, mätning av isolationsresistansen samt funktionsprov av automatisk fränkoppling. Mätning av skyddsledarens kontinuitet görs genom att man mäter att skyddsledaren inte har avbrott på hela sin längd. Det är viktigt att alla skyddsledarförbindelser mäts, d.v.s. alla uttag och belysningspunkter och andra elmateriel mäts separat. Mätningen kan utföras med en multimeter som har minst 200 mA mätström och en lång ledare, ledaren ansluts till huvudjordningsskenan och till mätaren som man sedan mäter alla mätpunkter med. Resistansvärdet får vara $\leq 1 \Omega$. Mätning av isolationsresistansen görs för att säkerställa att fas- och neutralledarna är tillräckligt isolerade från jord. Mätningen utförs med en mätanordning som använder en mätspänning på 500 V likspänning vid elanläggnings spänning på högst 500 V (kan variera med installationens nominella spänning). Isolationsresistansen vid 500 V mätspänning måste vara 1 M Ω eller högre. När mätningen utförs bör alla strömställare och brytare vara i läge 1 och N-PE-förbudsningen skall vara lösgjord om sådan finns.

Tillförlitligaste resultatet fås om man mäter alla gruppmatningar var för sig. När man mäter isolationsresistansen bör man tänka på att all utrustning och alla apparater som innehåller elektronik skall vara fränkopplade vid mätning. Dessa kan ta skada av mätspänningen. Man kan också använda en 250 V mätspänning i installationer med mycket elektronisk utrustning.

Ett funktionsprov av automatisk fränkoppling av spänningsmatningen görs för att säkerställa att kortslutningsströmmen är tillräckligt hög samt att fränkopplingen sker tillräckligt snabbt. Mätningen utförs med en slingresistansmätare i den punkt på gruppledningen som är längst från gruppcentralen. Att föredra här är att använda en installationsprovare, t.ex. Profitest-mätare som man kan utföra alla nödvändiga ibruktagningsmätningar med. Tiden för en tillräckligt snabb fränkoppling är 0,4 s för gruppledningar och 5 s för huvudledningar (SFS 6000-4-41 s.104).

Ett kontrollprotokoll av ibruktagningskontrollen skall göras åt innehavaren av elanläggningen. Det finns inga krav på formen av ett kontrollprotokoll, bara att nödvändig information måste finnas med. I detta protokoll skall ingå:

- Installationsobjektets identifieringsuppgifter.
- Utredning att installationen uppfyller gällande krav och föreskrifter.
- En redovisning av vilka kontrollmetoder som använts.
- Resultat av mätningar och tester.

Kontrollprotokollet skall signeras och dateras av den som utfört kontrollen. Exempel protokoll finns i bilaga 1.

(D1-2009 del 6 s. 318-341)

3. Elinstallationer i inflyttningsklara hus

Elinstallationerna i Simons Elements inflyttningsklara hus är av rörlös typ, vilket betyder att man endast installerar plastkabel i väggar och tak. Detta tillvägagångssätt används för att få installationerna mer tidseffektiva och för att få ner materialkostnader. Att endast använda kabel i stället för skyddsror med separata ledare inuti är ett godkänt installationssätt enligt SFS (Finlands standardisering förbund), (SFS 600 s.223 tabell 52-3). När ett modulhus installeras i så måste några saker

beaktas med tanke på att huset består av flera moduler och delar. Det är att sträva efter att så få kablar som möjligt går mellan husdelarna, för alla kablar som går mellan husdelarna måste skarvas på ett eller annat sätt. Det är inte bara elkablar (230 V/400 V) som måste skarvas utan också jordningskablar, datakablar, antennkablar. Och termostatkablar för värmesystemet. Jordningskablar måste skarvas med skarvdon som endast kan öppnas med verktyg(SFS 600 s.289 del 542.4.1). Kablar måste placeras så att de inte kommer i kläm vid montering. Detta gäller främst kablar i hjärtväggen, d.v.s. väggen mellan modulerna. En annan sak som beaktas är att elmatningar från övervåningen måste ha färdigt insatta rör i väggen vid gruppcentralen. Detta för att elmatningarna för övervåningen skall kunna dras in senare. Övervåningen på modellerna Sivo Classic blir färdigställd efter monteringen av huset. På Sivo Superior skall elmatningarna kunna skickas ner till kopplingsboxen när man monterar huset. I övrigt liknar installationerna i ett inflyttningsklart hus en vanlig egnahemshusinstallation.

3.1 Sammankopplingar av moduler

Sammankopplingarna mellan husmodulerna är den huvudsakliga skillnaden mellan ett inflyttningsklart hus och andra hustyper. Sammankopplingarna på Simons Elements Sivo-hus har tills nu utförts på så sätt att starkströmsmatningarna och antenn- och datakablar har dragits in i rör till modulen där gruppcentralen finns från de andra modulerna och husdelarna. Detta har gjorts vid monteringen av huset. Detta har konstaterats vara ett tidskrävande och icke-tillförlitligt sätt p.g.a. att gruppcentralen måste öppnas för att elmatningarna skall kunna kopplas in. Det är också stor risk för klämskador på kablar när husmodulerna förs samman vid monteringen. Hittills har använts s.k. kombicentraler för både starkström och svagström, d.v.s. antenn- och datakopplingar. Detta har lett till att det har blivit trångt i väggar och tak runt centralen när alla kablar skall dit, och att kabeldragningarna har blivit långa. Svagströmscentralen kunde placeras mera centralt i huset för att underlätta kabeldragningar och montering. Sammankopplingen av starkströmmen ville man från Simons Element att skulle ske med någon form av stöpselmodell. Detta för att gruppcentralen skulle kunna färdigställas i fabriken, och inte behöva öppna den igen vid montering. På detta sätt minskas kopplingsfel i centraler med hjälp av att elinstallationen kan testas så gott som fullständigt på fabriken.

3.2 Sammankopplingarnas placering

Placeringen av sammankopplingarna var en viktig fråga. Enligt SFS – Finlands standardiseringsförbunds handbok (SFS 600 s.193 del 5-513) måste all elmateriel placeras och installeras så att de kan inspekteras och underhållas och att förbindningarna är åtkomliga. Av detta kunde konstateras att sammankopplingarna blir lättast utförda och åtkomna om de placeras i någon form av kopplingsbox eller central. Placeringen av kopplingsboxen skulle vara gjord så att den är tillgänglig, men inte vara för synlig i huset (utseendemässigt). Under gruppcentralen var första placeringsalternativet som blev utrett. Detta konstaterades inte medföra någon klar förbättring för att alla kablar måste dras i rör till kopplingsboxen, enda förbättringen var att centralen skulle kunna färdigställas på fabriken. Ett annat problem var att skyddsroren blev grova då kablarna med färdigt monterad stöpsel skulle ha plats att dras genom röret. Med detta konstaterades att kopplingsboxen måste placeras så centralt som möjligt. Hjärtväggen var den idealiska platsen för detta, det är där modulerna möts. Genom att placera kopplingsboxen i hjärtväggen så slipper man alla kabeldragningar i rör vid montering. Svagströmskopplingarna placeras i samma kopplingsbox, på så sätt får man bort dessa ur gruppcentralen och en mera central placering i huset. För svagströmsmatningarna från övervåningen skall rör i väggen förberedas. Beroende på husmodell så kan ett hus ha flera hjärtväggar beroende på hur många moduler huset består av. En kopplingsbox måste då finnas i varje hjärtvägg. Kopplingsboxen ville man på Simons Element helst ha placerad inuti ett klädskaåp eller på motsvarande ställe så att den inte syntes.

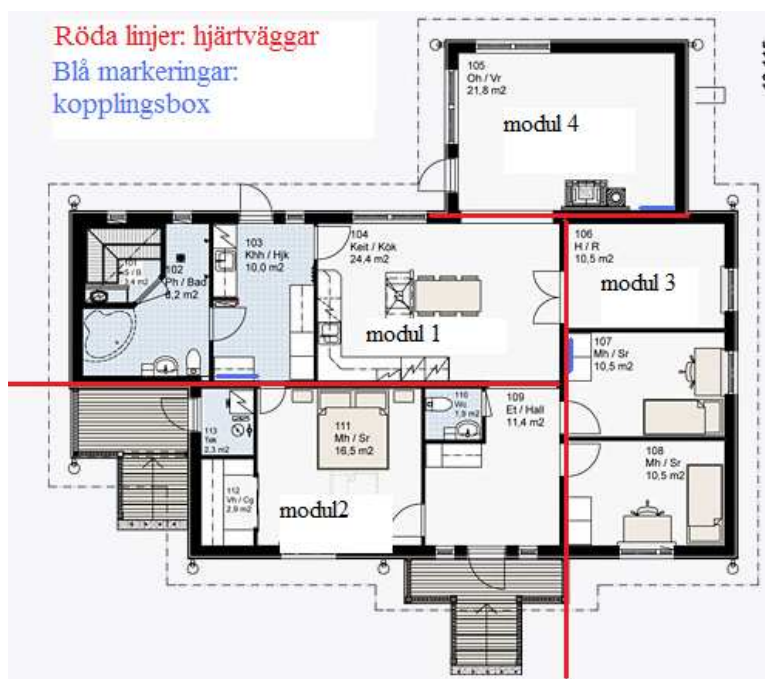


Bild 7. Exempelhus med placeringar av hjärtväggar och kopplingsboxar. (Simons Elements arkiv)

3.3 Kopplingsboxen

I SFS 600 handboken står det att: ”Installationsutrymmet för snabbkopplingsdon skall vara åtkomligt och tillräckligt stort så att hopsättning och isärtagning av snabbkopplingsdonen kan göras utan att de till snabbkopplingsdonen anslutna ledningarna skadas eller lösgörs”(SFS 600 s. 528, del 812.3). Bästa sättet att uppfylla dessa krav är om kopplingsboxens storlek skulle kunna varieras beroende på hur många sammankopplingar den innehåller. Men detta skulle innebära allt för många boxstorlekar att ha i lager. Därför valdes en storlek som anpassades till det fall där flest sammankopplingar förekom, med undantag för varmkvistar och burspråk där det endast krävs 1–3 sammankopplingar. Det konstaterades att det inte behövs någon direktbox i väggen för boxen, byggs i väggen av träskivor och man lägger endast en köpt lucka på. Denna lucka är av samma typ som redan används för golvvärme fördelningsstocken. Detta är ett godkänt installationsutrymme för sammankopplingar av snabbkopplingsdon (SFS 600 s.528 del 812.3-812.4). Utrymmet är tillräckligt stort och har tillräckligt goda kylningsförhållanden, kablarna är väl skyddade mot mekanisk åverkan. Utrymmen som SFS-handboken föreslår som kopplings- och ledningsställen för snabbkopplingsdon är ledningskanaler, installationsgolv, nedsänkta tak, elkarmar och belysningskenor (SFS 600 s.528 del 812.4). I kopplingsboxen kommer många

olika gruppmatningar att vara ihopkopplade och förgrenade på samma ställe. Detta är ett godkänt sammankopplingsätt. (SFS 600 s. 528 del 812.2)

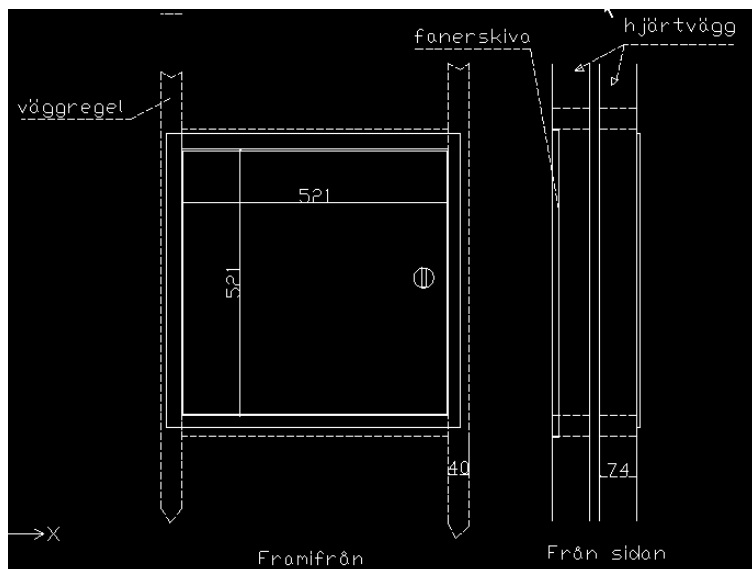


Bild 8. Skiss på kopplingsboxen i hjärtväggen.

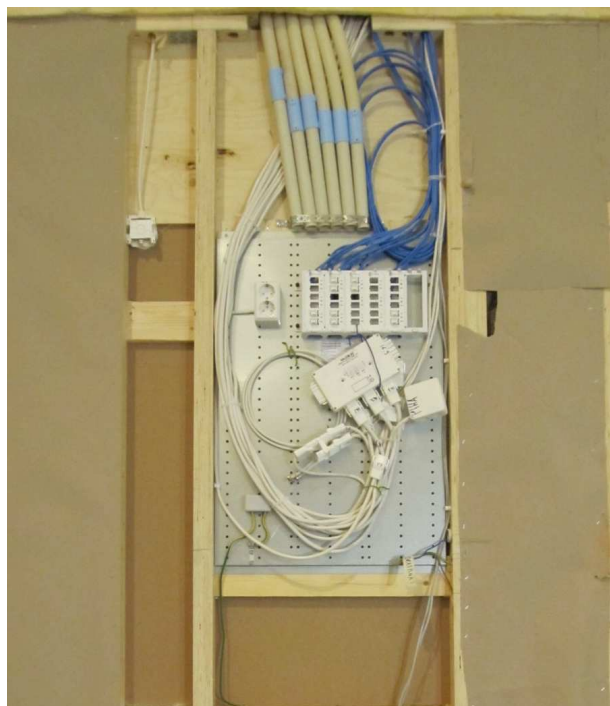


Bild 9. Bild på en kopplingsbox i hjärtvägen. (Foto: Christian Nygård)

3.4 Snabbkopplingsdon

Av snabbkopplingsdon för användning till sammankoppling av husmoduler krävs att de inte kan blandas med vanliga uttagsdon. Om möjligt så skall olika färger användas på snabbkopplingsdonen beroende på vad de används till. Detta för att olika

spänningar och signaler som finns i snabbkopplingsdonen inte blandas ihop. Dessutom krävs att snabbkopplingsdonen inte kan glida ur oavsiktligt, det krävs någon form av spärr som förhindrar detta. Snabbkopplingsdon måste ha kapslingsklass minst IP21. I SFS-handboken står det så här om snabbkopplingsdon. *”Med snabbkopplingsdon avses fabriksstillverkade kopplingsanordningar med vilka olika apparater och delar av gruppledningar kan sammankopplas utan verktyg. Förbindning utförd med snabbkopplingsdon kan också öppnas utan verktyg. Ett snabbkopplingsdon består av isolerade stick- och hylskontakter (han- och hondel), vilka kopplas ihop med varandra med en låsanordning. Med ett avgreningsdon kan strömkretsen avgrenas i flera riktningar.”*(SFS 600 s. 527 del 812.1). Det finns många tillverkare av snabbkopplingsdon för detta ändamål. Några tillverkare jämfördes med varandra prismässigt och hur ändamålsenliga de är. Endast en tillverkares snabbkopplingsdon får användas i en installation. I SFS-handboken står *”Olika tillverkare har olika måttsättning på snabbkopplingsdonen. Därför får man vid ett och samma användningsändamål endast använda en tillverkares snabbkopplingsdon.”* (SFS 600 s.527 del 812.1). Därför skall en snabbkopplingsdonsvariant väljas som passar bäst för Simons Elements användning.

Den första tillverkaren som tas upp är Ensto Ab och deras EnstoNet-snabbkopplingsdon. EnstoNet snabbkopplingsdon finns i många utföranden och har många förgreningsmöjligheter. I produktsortimentet finns 2-, 3-, 4-, och 5-poliga snabbkopplingsdon. Kopplingsdonen är kodade i tre olika grupper beroende på vad kopplingsdonet används till. Den första är kod A som är vita och svarta och är i huvudsak ämnade för belysnings- och eluttagsförsörjning. Kod B är blåa och beige och är ämnade för styrningar eller nödbelysningsgrupper eller av användaren specificerade applikationer. Kod C är gråa och röda och är ämnade för styrningar eller av användaren specificerade applikationer. Dessa snabbkopplingsdon har skruvklämmor för ledar anslutning, vilket betyder att man kan ansluta både fintrådiga och entrådiga ledare. Dragavlastaren är av klammermodell med skruvar. Låshakarna är robusta men enkla att lösgöra vid isärtagning. Nackdelar med skruvanslutningar är att installationen tar längre och att åtdragningsmomentet kan variera mellan installatörer. Fördelar är att kontaktytan blir stor och att ledaren blir fastklämd med en större kraft än vid användning av fjäderbelastade klämmor. (Ensto.se och Ensto Ab:s katalog EnstoNet-kopplingar 2007)



Bild 10. Bild på isärtagna EnstoNet snabbkopplingsdon, 3- och 5-poliga. (Foto: Christian Nygård)

Den andra tillverkaren som tas upp är WAGO Ab och deras Winsta snabbkopplingsdon. Winsta snabbkopplingsdon finns i tre storlekar och färger, svart, vit och röd samt som 2-, 3-, 4- och 5-poliga. Mini är minst och är ämnade till givare och styrsignaler och har en största tillåtna ström på 16 A. Midi är en mellan storlek och är ämnade till fastighetsinstallationer och belysningskopplingar och har en största tillåtna ström på 25 A. Maxi är störst i serien och är ämnade till kraftmatningar till gruppcentraler och för långa ledningsvägar och har en största tillåtna ström på 32 A. Dessa snabbkopplingsdon byggs upp av många små delar som kan kombineras på många olika sätt. Hon- och handelen är lös från dragavlastardelen som passar både hon- och handelen. Låshaken är en skild del som sätts på när kopplingsdonet är ihopsatt. Winsta-serien har också många olika förgreningsalternativ, ett förgreningsalternativ som de andra tillverkarna inte har är en 3-vägsförgrening med möjlighet att ändra fasföljden. Dessa snabbkopplingsdon har anslutningsklämmor som är fjäderbelastade, vilket betyder att inga verktyg behövs vid ledaranslutningen och att anslutningen går snabbt. På grund av anslutningsklämmornas modell är det svårare att ansluta fintrådiga ledare. (WAGO.com och WAGO Ab:s katalog Winsta Electrical Interconnections 2008/2009)



Bild 11. Bild på WAGO Winsta 3-poligt snabbkopplingsdon utan låshake. (Foto: Christian Nygård)

Den tredje tillverkaren som tas upp är Wieland Electric inc. och deras GST18i snabbkopplingsdon. Dessa snabbkopplingsdon går att fås som 2-, 3-, 4- och 5-poliga samt i färgerna svart, vit, röd, blå och grön. GST18i-serien finns med både skruv och fjäder klämmor för ledaranslutning. Snabbkopplingsdonet är ihopsatt av många små delar likt WAGO:s snabbkopplingsdon. Låshaken är inbyggd i snabbkopplingsdonet, och kan lösgöras utan verktyg. (Wieland katalog 10.01.2011)



Bild 12. Bild på Wieland GST18i3 3-poligt snabbkopplingsdon. (Wieland-electric 10.01.2011)

3.5 Val av snabbkopplingsdon

Simons Elements krav på snabbkopplingsdonet är att det bör vara enkelt och snabbt installerat och vara av enkel konstruktion samt tillförlitligt en lång tid, med tanke på att ett hus har en lång livstid. Snabbkopplingsdonen som har avhandlats är relativt lika i sitt utförande. Två tillverkares snabbkopplingsdon har granskats i sin fysiska form, dessa är Enstos och WAGO:s snabbkopplingsdon. Den tredje Wielands snabbkopplingsdon har endast granskats via litteratur och bilder.

Av denna utredning har man kommit till att WAGO:s och Wieland:s snabbkopplingsdon är ganska lika. De består av många små delar, vilket är negativt med avseende på hållbarhet och användarvänlighet samt fler delar att ha i lager. WAGO:s snabbkopplingsdon finns endast med fjäderanslutningar för ledarna, vilket försvårar anslutningen av fintrådiga ledare, vilket det finns behov av vid Simons Element. Ensto:s snabbkopplingsdon består endast av två delar, kontaktdel och lock, vilket är bra ur installatörens synvinkel. Dessa har skruvanslutningar vilket betyder att alla ledartyper kan anslutas.

En prisjämförelse gjordes av dessa tre snabbkopplingsdon. Som objekt för jämförelsen används ett 3-poligt han- och ett honkopplingsdon från varje tillverkare. Priserna är hämtade från en partihandels listpriser. Priserna är bruttopriser utan rabatter och moms.

Tillverkare	Pris:		Totalt:
	Handel	Handel	
Ensto	3,99 €	3,65 €	7,64 €
Wago	4,10 €	3,79 €	7,89 €
Wieland	4,02 €	3,80 €	7,82 €

(SLO Ab Vasa, personlig kommunikation 28.02.2011)

Priserna skiljer sig inte så mycket mellan tillverkarna. EnstoNet var den förmånligaste snabbkopplingen i den här jämförelsen. EnstoNet-snabbkopplingen var det snabbkopplingsdon som elinstallatörerna på Simons Element tyckte var enklast att använda och installera. Därför beslöts att Enstos EnstoNet-kopplingsdon kommer att användas.

4. Elplanering av egnahemshus

En elinstallation kräver god planering och tydliga ritningar för att slutresultatet skall bli bra. För att man skall kunna planera och göra ritningar på en elinstallation kvävs att tillräcklig information om byggnaden och dess planlösning finns tillgänglig. Sådan information är:

- Vilken typ av uppvärmningssystem som installeras.
- Ritningar på byggnaden såsom planritningar, fasadritningar, måttritningar och inredningsritningar.
- Placering och typ av olika apparater, t.ex. ventilationsmaskin, värmepump, varmvattenberedare, köksmaskiner, centralsugare och värmepanna.

När tillräcklig information finns om byggprojektet kan planeringen börja. Elinstallationerna såsom kabeldragningar, uttag, belysningspunkter och brytare ritas in på planritningen. Denna ritning kallas installationsritning. För att få exakt placering av elmateriel så kan någon typ av placeringsanvisning användas. Detta betyder att alla eldosor för t.ex. brytare och uttag får ett anvisningsnummer på installationsritningen. Detta anvisningsnummer finns sedan i en tabell som anger placering och typ av eldosa. Detta underlättar för installatören. Förutom installationsritningen bör också uppgöras jordningsschema, elcentralritningar och elcentralscheman, samt värmeritningar vid användning av elvärme. Centralritningar och säkringsschema fås ofta med vid inköp av centralen. Före centralens anskaffande bör huvudsäkringarnas storlek och matningsgruppernas ungefärliga antal (säkringsantal) vara klara för att kunna välja en lämplig gruppcentral, detta gäller både huvud- och gruppcentral. Gruppcentralens placering i huset bör vara så central som möjligt för att undvika långa ledningsdragningar. Huvudcentralen kan placeras utomhus eller i garage och ekonomibyggnad. Ett jordningsschema är ett schema över byggnadens jordningssystem. På detta schema finns huvudpotentialutjämningskenan och eventuellt andra potentialutjämningskenor utsatta och alla delar av byggnaden som är anslutna till dem. Dimensioner på jordningsledare och typ av jordledare finns också angivet.

4.1. Elplanering av Sivo inflyttningsklara hus

När planeringen börjar av ett Sivo-hus vid Simons Element så utgår man från en standardmodell. Standardmodeller är modeller på hus som finns i försäljningskatalogerna. Detta betyder att varje hus inte behöver planeras från grunden. Tidigare hus av samma modell kan användas som utgångspunkt och endast kundspecifika delar av huset ändras. Detta tillvägagångssätt har inte fungerat med elplaneringen pga. att en utomstående elplaneringsentreprenör har anlåtats som har haft kontakt med kunden själv. Detta har lett till att det inte finns någon norm för elplaneringen. Alla elritningar har skilts sig från varandra, detta kommer man dock inte ifrån för huskunder har olika önskemål och krav. Men man skulle vilja ha riktlinjer för ledningsdragningarna i de vanligaste utrymmena. Detta skulle underlätta för elinstallatörerna vid Simons Element. Vid Simons Element finns en leveransbeskrivning i vilken det finns anvisningar om elinstallationerna. I leveransbeskrivningen finns angett hur många belysningspunkter, uttag och brytare som skall finnas per rum enligt standard. Men det finns inga riktlinjer för hur ledningsdragningarna skall vara gjorda. Den del av leveransbeskrivningen som berör el finns som bilaga 2.

4.2. Standardritningar

För att ta fram riktlinjer hur ledningsdragningarna skall utföras så är det en viktig sak som måste beaktas med tanke på att huset består av flera olika moduler. Det strävas efter att så få kablar som möjligt skall gå mellan modulerna. Riktlinjerna för ledningsdragningarna blev framtagna genom diskussion med elinstallatörerna på Simons Element och studier av leveransbeskrivningen. Genom att ha arbetat som installatör på Simons Element har jag en bra helhetsbild av elinstallationerna. Riktlinjer som har arbetats fram är följande:

- Matningar till burspråk och varmkvistar bör vara blandgrupper, d.v.s. att uttag och belysning samt eventuell elvärme matas av samma grupsäkring. Detta för att man skall få ner antalet sammankopplingar mellan husmodul och burspråk, varmkvist som är separata moduler.

- Blandgrupper bör också användas i badrum, wc och hjälpkök för i dessa utrymmen är vägguttagen få och belysningen inte så omfattande, samt golvytan liten vilket betyder att eventuell golvvärme inte har så stor effektförbrukning.
- I vardagsrum och sovrum så kan separata matningar till uttag och belysning finnas. Uttag kan länkas ihop i flera sovrum samt vardagsrummet till samma grupsäkring, samma gäller belysning. Detta görs för att det i allmänhet inte finns några energikrävande utrustningar i sovrum och vardagsrum. Det bör dock inte vara mer än två rum per belysningsgrupp för att en hel våning inte ska bli utan belysning om en grupsäkring löser ut.
- Elvärme i sovrum och vardagsrum bör ha separata gruppmatningar för att klara effektbehovet.
- I kök finns det maskiner som kräver helt separat gruppmatning t.ex. elspis, diskmaskin, kyl och frys. Bruksuttag i kök kan länkas samman och bör ha 16 A grupsäkring för att trygga energibehovet av olika köksmaskiner.
- Belysningen i kök bör ha egen gruppmatning. Till belysningsgruppen kan anslutas spisfläkt pga. att denna inte kräver jordfelsbrytare samt har en liten energiförbrukning.
- Uttag utomhus kan länkas samman och bör ha 16 A grupsäkring och jordfelsbrytare för att klara av bilmotorvärmare och elgrillar.

I bilaga 3 finns en elinstallationsritning på ett Sivo Classic 210, där dessa riktlinjer har tillämpats.

5. Sammanfattning

Användningen av kopplingsboxarna har förenklat monteringen av SIVO-husmodellerna avsevärt. Detta för att alla monteringsarbeten som berör elektriciteten har blivit enklare och kan skötas av entreprenörer som man köper tjänsten av, vilket är en förmånligare lösning. Monteringsarbetet har blivit enklare på så sätt att alla elektriska sammankopplingar är samlade på ett ställe, dvs. i kopplingsboxen, och är av kontaktmodell. De elektriska sammankopplingarna som är gjorda med snabbkopplingsdon från tillverkaren Ensto Oy går snabbt att koppla samman och är tillförlitliga. Kopplingsboxarnas användning har också lett till att gruppcentralerna nu kan färdigställas på fabriken, vilket minskar på felkopplingarna i gruppcentralerna.

Genom att färdigställa gruppcentralerna i fabriken kan all elektrisk utrustning kontrolleras och granskas att de fungerar korrekt. Alla belysningskopplingar och uttag samt elspis, spisfläkt och ventilationsmaskin spänningssätts och kontrolleras. En viktig sak är också att alla snabbkopplingsdon är korrekt märkta för att undvika felkopplingar. Märkningarna kontrolleras i samband med att övrig elektrisk utrustning kontrolleras. Den slutliga ibruktagningskontrollen görs när huset är monterat och klart för inflyttning.

5.1. Problem

En negativ sak med kopplingsboxarna är att de blir synliga inuti huset. Detta för att kopplingsboxarna placeras så centralt i huset som möjligt för att minska på kabellängderna. Kabellängden på gruppmatningarna blir längre vid användning av kopplingsboxarna på grund av att alla kablar till samma ställe för övergång till en annan husmodul. Installationerna som görs i fabriken har blivit mera tidskrävande på grund av kopplingsboxarna. Detta för att själva kopplingsboxen skall tillverkas inuti hjärtväggen samt genomföringar för kablar skall förberedas och snabbkopplingsdonen skall monteras på kablarna. Ett problem med snabbkopplingsdonen är märkningarna, en fel koppling sker lätt om snabbkopplingsdonen inte är tydligt och korrekt märkta.

5.2. Andra lösningar

Andra lösningar på sammankopplingarna som har funderats på under arbetets gång är få till antalet. En sådan lösning var att koppla samman gruppmatningarna med kopplingsdosor. Men detta visade sig vara en oorganiserad och tidskrävande lösning vid monteringen. Detta på grund av att kablarna skall skalas och kopplas samman med toppklämmor i kopplingsdosorna samt att en separat dragavlastning måste monteras. Kopplingsboxens placering var klar från början av arbetet att den måste vara i hjärtväggen och så centralt i huset som möjligt.

Andra liknande lösningar på denna uppgift har inte hittats. Andra användningsområden av snabbkopplingsdon har studerats. Ställen som snabbkopplingsdon används på är tillfälliga installationer på mässor och utställningar, kanalskenskystem, kontorslandskap och i flyttbara mellanväggar. Dessa

användningsområden har inte så mycket gemensamt med detta arbete för de flesta är tillfälliga installationer.

5.3. Resultat

Resultatet från det här ingenjörskapet kommer att användas i produktionen av Sivo inflyttningsklara hus vid Simons Element. En del av det används redan, det är kopplingsboxarna och sammankopplingarna som har tagits i bruk. Riktlinjerna för elplaneringen kommer också att börja användas inom en nära framtiden. Detta sker när elplaneringen börjar skötas inom Simons Element.

Källförteckning

Esa Tiainen (red.). (2009). *D1-2009 Handbok om byggnaders elinstallationer*. Esbo: Sähköinfo Oy.

Finlands standardiseringsförbund SFS rf. (2008). *600:sv Lågspänningseinstallationer och säkerhet vid elarbeten*. Helsingfors: SFS rf.

WAGO inc. (2008). *Winsta Full Line Catalog 2008/2009 Electrical interconnections*. Tyskland

Ensto Oy. (u.å.). *EnstoNet DoubleTwo –asennuspistoliittimet*. Borgå: Ensto Connectors Oy

Wielands produktkatalog. http://2009.wieland-electric.de/uploads/tx_ffdownload/0165.0_Titel_002-017_Vorspann_USA.pdf (hämtat 10.01.2011)

Bild 5.
ABB Finland, www.abb.se (hämtat 10.01.2011)

Bild 6.
Ingenjörstorget, www.ingenjorstorget.se (hämtat 30.12.2010)

Bild 12.
Wieland Electric, www.wieland-electric.com (hämtat 10.01.2011)

Bilaga 1.
Simons Elements arkiv (hämtat 10.01.2011)

Bilaga 2.
Simons Elements arkiv (hämtat 10.01.2011)

PROTOKOLL IBRUKTAGNINGSBESIKTNING FÖR ELINSTALLATION

1. ARBETSOBJEKT	
Kund	
Adress	Telefon
2. ELENTREPRENÖR	
Namn	
Adress	Telefon
3. ELNÄTETS ÄGARE	
4. NOMINELL MÄRKSPÄNNING	5. KORTSLUTNINGSSTRÖM VID ANSLUTNINGEN (minsta/största)
6. GRUNDEN FÖR BESIKTNINGEN	
<input type="checkbox"/> Nystallation	<input type="checkbox"/> Ändrings- eller förstoringsarbete
<input type="checkbox"/> Förnyad besiktning	<input type="checkbox"/> Reparationsarbete
<input type="checkbox"/> Annat, vad:	
Arbete:	
7. OKULÄR BESIKTNING	
+ i skick - något att anmärka 0 hör inte till besiktningen	
I besiktningen konstateras okulärt de i punkt B nämnda ärendena i tillämpliga delar. Konstaterade brister meddelas på separat bilaga.	
a. Anslutningsledning	
<input type="checkbox"/> ändbox	<input type="checkbox"/> skydd
typ:	area:
b. Genomföring	
<input type="checkbox"/>	
c. Huvudsäkringar	
Säkring/element _____ x _____ A _____ x _____ A	
d. Huvudpotentialutjämning	
<input type="checkbox"/> PE- eller PEN-skena	<input type="checkbox"/> jordtagsledare
<input type="checkbox"/> betongarmering	<input type="checkbox"/> antennjordning
<input type="checkbox"/> vattenledningsnät	<input type="checkbox"/> telefonjordning
<input type="checkbox"/> ventilationskanaler	<input type="checkbox"/> åskskydd
e. Huvudcentral	
<input type="checkbox"/> placering	<input type="checkbox"/> konstruktion
<input type="checkbox"/> installation	<input type="checkbox"/> fränskilningsmöjlighet
<input type="checkbox"/> märkningar	
f. Gruppcentraler	
<input type="checkbox"/> placering	<input type="checkbox"/> konstruktion
<input type="checkbox"/> märkningar	<input type="checkbox"/> montering
g. Gruppledningar	
<input type="checkbox"/> anslutning till centralen	<input type="checkbox"/> areor
<input type="checkbox"/> märkningar	<input type="checkbox"/> montering
h. Uttag	
<input type="checkbox"/> placering	<input type="checkbox"/> konstruktion
<input type="checkbox"/> ledningarnas anslutningar	
i. Armaturer	
<input type="checkbox"/> placering	<input type="checkbox"/> konstruktion
j. Värmeanläggningar	
<input type="checkbox"/> radiatorernas placering och montering	<input type="checkbox"/> bastuugnens placering och montering
<input type="checkbox"/> värmefolieinstallationer	<input type="checkbox"/> värmekabelinstallationer
k. Övriga anläggningar	
<input type="checkbox"/> spis	<input type="checkbox"/>

I. Övriga installationer <input type="checkbox"/> telefoninstallationer <input type="checkbox"/> antenninstallationer <input type="checkbox"/> övriga teletekniska installationer			
m. Slutritningar <input type="checkbox"/> centralschemor <input type="checkbox"/> ledningsschemor <input type="checkbox"/> bruksanvisningar och skötseldirektiv			
<input type="checkbox"/> INSTALLATIONERNA I SKICK		Bilagor st	
8. MÄTNINGAR CENTRALVIS			
a. Kontinuiteten hos skyddsledar och potentialutjämningsledare <input type="checkbox"/> Kontinuiteten konstaterats genom besiktning			
b. Isolationsresistans Hela centralens isolationsresistans _____ MΩ			
Gruppledningar som bör mätas separat			
Grupp nr	Isolationsresistans	Grupp nr	Isolationsresistans
_____	_____	_____	_____
c. Konstateras uppfyllande av kraven för automatisk fränkoppling <input type="checkbox"/> Konstaterats genom mätning <input type="checkbox"/> Konstaterats vid planering			
Den högsta kortslutningsströmmen i grupper som mätts separat			
Grupp nr	Ikmin/A	Grupp nr	Ikmin/A
_____	_____	_____	_____
d. Funktionsströmmar för jordfelsbrytare			
Beteckning	Nominella värden In/Δn	Uppmätt funktionsström IΔ	
e. Bilagor som hänför sig till mätningarna st			
f. Mätutrustningar som använts			
Utrustning	Tillverkare	Typ	
9. BESIKTNINGENS RESULTAT			
Enligt säkerhetsnivån i SFS 6000		<input type="checkbox"/> uppnådd	<input type="checkbox"/> uppnådd (bristerna i bilaga)
<input type="checkbox"/> Korrigeringsupplägg givits		Datum då befintliga brister måste vara avhjälpda:	
10. UTFÖRARE AV BESIKTNINGEN			
Namn			
Tid och plats		Underskrift	
11. ENTREPRENÖR			
Namn			
Tid och plats		Underskrift	

Allmänt

- avloppsrör dragna till bottenbjälklagets undre kant (rördragning samt dess isolering under bjälklaget åligger köparen)
- tilluftsöröret för avlopp och frånluftsörören för ventilation och spisfläkt isolerade och monterade samt anslutna till takgenomföringarna.
- vid källargrund extra skyddsör till övre våningens bottenbjälklags undre kant för vatten, el och värme. Ventilation- samt avloppsrör dragna till övre våningens bottenbjälklags undre kant

*3.15 Vatten-, sanitetsinredningar och elinstallationer**Kök*

- rostfri diskbänk
- diskbänksblandare samt diskmaskinsventil
- 2 st taklampputtag + 2-4 st brytare, enligt standard planering
- 2-3 st fasta arbetsbelysningar med integrerat dubbelt vägguttag + 1 st brytare, enligt standard planering
- 1-3 st dubbla vägguttag vid golvnivå, enligt standard planering
- vägguttag för köksmaskiner enligt standard planering
- 1 st 2xrx45 ADB uttag CAT 6

Hjälpkök

- infälld rostfri balja
- engreppsblandare samt tvättmaskinsventil
- 1-3 st fasta takarmaturer + 1-2 st brytare, enligt standard planering
- 1 st dubbelt vägguttag eller 1 st fast arbetsbelysning med integrerat dubbelt vägguttag och 1 st brytare, enligt standard planering
- vägguttag för elektrisk utrustning enligt standard planering
- 1 st brytare för fasadbelysning (vid hjälpkök med ytterdörr)
- 1 st brytare för gårdsbelysning (vid hjälpkök med ytterdörr)

Badrum

- duschblandare med säkerhetstermostat
- tvättfat, vit
- engreppsblandare
- wc-stol, vit
- 1-2 st fasta takarmaturer + 1-2 st brytare, enligt standard planering
- inredningsbelysning 2-3 st spotlights + 1 st brytare, enligt standard planering
- 1 st dubbelt vägguttag

Wc

- tvättfat, vit
- engreppsblandare samt bidédusch
- wc-stol, vit
- 1 st fast takarmatur + 1 st brytare
- inredningsbelysning 2-3 st spotlights + 1 st brytare, enligt standard planering
- 1 st dubbelt vägguttag

Bastu

- 1 st fast väggarmatur + 1 st brytare (i badrum)

Hall

- 2-3 st taklampputtag + 2-3 st brytare, enligt standard planering
- 1 st dubbelt vägguttag
- 1 st uttagspunkt med 1 st dubbelt vägguttag + 1 st 2xrxj45 ADB uttag CAT 6
- 1 st brytare för innertrappsbelysning
- 1 st brytare för fasadbelysning
- 1 st brytare för gårdsbelysning

Vardagsrum

- 2 st taklampputtag + 4-6 st brytare, enligt standard planering
- 2 st spotlights i tak + 1 st dimmer
- 2-3 st dubbla vägguttag, enligt standard planering
- 2-3 st uttagspunkter med 1 st dubbelt vägguttag + 1 st trippeluttag (euro) + 1 st 2xrxj45 ADB uttag CAT 6 + 1 st antennuttag, enligt standard planering
- 1 st brytare för fasadbelysning (vid vardagsrum med ytterdörr)
- 1 st brytare för gårdsbelysning (vid vardagsrum med ytterdörr)

Sovrum / Bibliotek / Arbetsrum

- 1 st taklampputtag + 1-2 st brytare, enligt standard planering
- 1 st uttagspunkt med 1 st dubbelt vägguttag + 1 st trippeluttag (euro) + 1 st 2xrxj45 ADB uttag CAT 6 + 1 st antennuttag
- 1-2 st dubbla vägguttag, enligt standard planering

Centralgarderob

- 1 st fast takarmatur + 1 st brytare

Trapphus till våning II

- 2 st fasta väggarmatur + 2 st brytare

Hall / aula i våning II

- 2 st taklampputtag + 2-3 st brytare, enligt standard planering
- 1 st uttagspunkt med 1 st dubbelt vägguttag + 1 st trippeluttag (euro) + 1 st 2xrxj45 ADB uttag CAT 6 + 1 st antennuttag
- 1-2 st dubbla vägguttag, enligt standard planering
- 1 st brytare för fasadbelysning (vid hall med ytterdörr)

Övrigt

- 1 st utvändig vattenpost
- gruppcentraler med automatsäkringar monterad enligt planering
- svagströmsplats (för koppling av data, tv och telefon)
- fasta väggarmaturer för ytterbelysning vid huvudentrédörr 2 st, hjälpköksdörr 1 st, terrassdörr 1 st, balkongdörr 1-2 st
- utvändiga enkla vägguttag 1 st / ytterdörr
- trådlös ringlocka till entrédörr
- brandvarnare kopplad till elnätet 1 st / 60 m², men minst 1 st / våning

