

# Elsystem, jordning och transientskydd

För moderna fastigheter med  
bredbandsinstallationer

Elforsk rapport 00:12



# **Elsystem, jordning och transientskydd**

## **För moderna fastigheter med bredbandsinstallationer**



## Sammanfattning

Ett flertal bostadsföretag planerar att installera lokala datanät med bredbandskapacitet i flerfamiljshus. Datanäten kan byggas upp med dataledningar av koppar eller av optisk fiber. I fastigheterna finns sedan tidigare telenät och kabel TV-nät för kommunikationsändamål. Vidare kan elnäten användas för dataöverföring.

Denna rapport behandlar hur elsystem, jordning och transientskydd bör åtgärdas för att ge framtidens bredbandsinstallationer i fastigheter goda förutsättningar att fungera driftsäkert och störningsfritt. Dessutom bör dessa installationer göras på ett sådant sätt att de inte i onödan avger elektromagnetisk strålning, elektriska eller magnetiska fält som adderar till den bakgrundstrålningen som redan normalt förekommer inomhus.

Rapporten är indelad i två huvudavsnitt. Dels ett avsnitt som beskriver ämnesområdet och dess problemställningar. Dels ett avsnitt som är ett utkast till rekommendationer och anvisningar angående de krav som en köpare av bredbandsinstallationer bör ställa på en huvudentreprenör i samband med upphandling och leverans. En mycket viktig rekommendation är att beställaren skall utse en ”elmiljösamordnare” som skall ha till uppgift att koordinera samtliga i fastigheten ingående infrastrukturer med avseende på de beskriva rekommendationerna.

De tekniska mål som rekommendationerna syftar till skall uppnås kan beskrivas i tre punkter:

- Dels uppnås ett stabilt så kallat nollplan i fastigheten vilket ger en god tålighet mot transienter och är en god förutsättning för stabil och störningsfri drift av både elsystem och kommunikationssystem.
- Dels uppnås låga nivåer på egengenererad EMF-strålning från apparater, el, tele och datanät som installeras inne i byggnaden.
- Dels uppnås en viss skärmningseffekt och dämpning av utifrån kommande EMF strålning genom den struktur av metalliska ledningar, rör och byggnadselement som skapas. Denna struktur bildar ett skärmande metalliskt nätverk och kan liknas vid en partiell eller gles Faradays bur.



## **Summary [rubrik 0]**

Text [normal]





---

## Innehållsförteckning

(Uppdateras automatiskt genom att markera och trycka F9 på tangentbordet!)

<b>1</b>	<b>INLEDNING</b> .....	<b>1</b>
1.1	BAKGRUND .....	1
1.2	MÅL.....	1
1.3	GENOMFÖRANDE.....	1
<b>2</b>	<b>ÄMNESOMRÅDESBESKRIVNING</b> .....	<b>3</b>
2.1	ALLMÄNT OM DEN TEKNISKA UTVECKLING SOM ÄR RELEVANT FÖR OMRÅDET .....	3
2.2	TEKNISK INDELNING AV EN FASTIGHETSINSTALLATION.....	7
2.3	NÖDVÄNDIGA EGENSKAPER OCH KVALITETER VID NY- OCH OMBYGGNAD .....	8
2.4	ÖNSKVÄRD ADMINISTRATIV PRAXIS OCH STRUKTUR .....	16
<b>3</b>	<b>UPPHANDLING AV PROJEKTERING</b> .....	<b>21</b>
3.1	INLEDNING .....	21
3.2	ELSYSTEM.....	22
3.3	KOMMUNIKATIONSSYSTEM .....	25
3.4	TRANSIENTSKYDD .....	28
3.5	JORDPLAN/ZONER/EMC .....	29
3.6	ESD OCH EMF .....	32
3.7	RESERVKRAFT OCH BATTERI-BACKUP .....	32
<b>4</b>	<b>SLUTSATSER</b> .....	<b>34</b>
4.1	FÖRSLAG TILL FORTSÄTTNINGS- OCH UPPFÖLJNINGSPROJEKT .....	35

## Bilagor

### A ORDFÖRKLARINGAR



# 1 Inledning

## 1.1 Bakgrund

Ett flertal bostadsföretag planerar att installera lokala datanät med bredbandskapacitet i flerfamiljshus. Datanäten kan byggas upp med dataledningar av koppar eller av optisk fiber. I fastigheterna finns sedan tidigare telenät och kabel TV-nät för kommunikationsändamål. Vidare kan elnäten användas för dataöverföring.

Elsystemet och dess jordning i nuvarande fastighetsinstallationer är inte anpassat eller avsett för att strömförsörja stora kommunikationsnät i fastigheterna. Det kan få till följd att de datorer, terminaler, Set-Top-boxar, modem etc. som ansluts riskerar att i oacceptabel omfattning drabbas av allvarliga driftstörningar eller haverier.

Problemställningen är förhållandevis komplex. Gamla elsystem är i första hand konstruerade för linjära belastningar, men däremot inte anpassade för de olinjära laster som härrör från datorer, moderna hushållsapparater och annan modern elkraftapparat. De vanligast förekommande elsystemen i fastigheter är fyrledarsystem. Fastigheterna saknar dessutom många gånger skyddsjordade uttag i de rum där datorer mm. ska anslutas. Det förekommer vagabonderande strömmar i jordsystemen till följd av övertoner och obalanser. Neutralledarna i fastigheterna är i vissa fall underdimensionerad för de numera vanligt förekommande belastningsfallen. För att effektivt skydda byggnaden mot transienta överspänningar ställs bestämda krav på hur yttre data-, el- och telenät ansluts till byggnaden. Är byggnaden dessutom åskskyddad krävs genomtänkta installationsstrukturer för att minska risken för funktionsstörningar i samband med direkta blixtnedslag. Även för att minska risken för påverkan från blixters magnetfält krävs en genomtänkt ledningsstruktur.

För att skapa en stabil och säker funktion i kommunikationsnäten, datorer och terminaler i en fastighet erfordras att elsystemet, jordningen och åskskyddet struktureras så att det kan möta nya högre krav avseende bl. a driftsäkerhet.

## 1.2 Mål

Projektets mål är att framställa dels en ämnesområdesbeskrivning och dels en teknisk anvisning för upphandling av projektering av elsystem, jordning och transientskydd i fastigheter som skall utrustas med s.k. bredbandsinstallationer. Den tekniska anvisningen för upphandling av projektering har endast målet att bli ett utkast och skall inte betraktas som en slutgiltig rekommendation. Den behöver först prövas i praktisk tillämpning och därefter vidareutvecklas.

## 1.3 Genomförande

Projektet har utförts inom ramen för Elforsks program för elanvändning. Det har finansierats av elföretagen samt av BOLAB och Telia. Birka Energi, Ericsson Components och Telia har deltagit i grupparbetet utan kostnad för projektet. Följande personer och företag har genomfört grupparbetet:

---

Christer Bohlin Åskskyddskonsult AB christer.bohlin@transient.se	Martin Lundmark Luleå Tekniska Universitet Skellefteå martin.lundmark@tt.luth.se
Wilhelm Liander Birka Energi AB wilhelm.liander@birkaenergi.se	John Åkerlund Avbrottsfria Kraftnät UPN AB john.akerlund@upn.se
Kjell Rundkvist Ericsson Components AB kjell.rundkvist@eka.ericsson.se	Ronald Storrs Telia AB ronald.l.storrs@telia.se

## 2 Ämnesområdesbeskrivning

Detta avsnitt beskriver och förklarar olika aspekter som är viktiga att beakta vid uppbyggnaden av elsystem, jordning och transientskydd i fastigheter som ska förses med omfattande elektroniska installationer och datanätverk för distribution av så kallat bredband m.m. En översikt ges av den tekniska utvecklingen och dess konsekvenser för till exempel olika fastighetsinstallationer.

De fastighetstekniska installationerna inom ämnesområdet beskrivs. De terminerings- och överlämningspunkter som bör finnas beskrivs tillsammans med de önskvärda administrativa åtgärder och rutiner som bör följas. De administrativa rutinerna som beskrivs berör både upphandlingsfasen och de avtal som behövs för drift och underhåll av installationerna och den fortlöpande distributionen av berörda media. Erforderliga underlag, specifikationer och avtal som är viktiga för att fastighetsägaren ska kunna ta full kontroll och ansvar över sin fastighet diskuteras. Det poängteras att fastighetsägaren bör ta beslut om och ansvar för den skyddsnivå fastigheten ska ha före upphandling av entreprenad och installation.

### 2.1 Allmänt om den tekniska utveckling som är relevant för området

#### 2.1.1 Vad driver den tekniska utvecklingen

Den tekniska utvecklingen i samhället de senaste decennierna har i hög grad dominerats av utvecklingen inom datateknik, telekommunikation och elektronik i allmänhet. Även kraftelektroniken har utvecklats och ett mycket synligt resultat är de så kallade lågenergilamporna. Dessa tekniker har utvecklats och massapplicerats i allt större skala var för sig och dessutom integrerats i andra produkter som bilar hushållsapparater verktygsmaskiner mm.

Datatekniken och Internet kommer nu in i hemmen på bred front. Genom datorernas prisutveckling har de blivit vanliga i många hem både för hemarbete, hemmets administration, studier och nöjen. För detta krävs uppkoppling till ett yttre nät vanligtvis telenätet via modem. Telefonin kännetecknas av låga frekvenser ( 300 – 3000 Hz ) och vanligtvis korta användningstider. När datorerna ansluts till telenätet uppstår olika förändringar och nya situationer. Uppkopplings-, och användningstiden blir lång jämfört med normal talkommunikation. Moderna modem arbetar med frekvenser upp till storleksordningen 100 tals ggr den frekvens som kännetecknar telefoni. Eftersom teleledningarna inte ursprungligen varit avsedda för detta ökar strålningen från ledningarna markant.

Både datorer och modem är energiförsörjda från elnätet, varför vi får en riskabel situation om isolationen mellan elnätet och telenät bryter samman och apparaterna inte är ansluten till jordade uttag. Detta är det vanligaste i bostadshus. En telelinje som spänningssätts med 230 V växelspanning frikopplas från telestationen med de säkringsmotstånd som sitter i telestationens ingångskretsar. Larm utgår sedan när övervakningskretsarna mäter linjeimpedansen . Tråden ligger emellertid kvar spänningssatt och utgör ett riskmoment för telepersonalen till dess grundfelet är åtgärdat.

För att erhålla snabbare uppkoppling med större överföringskapacitet till Internet används uppkoppling via olika bredbandsförbindelser. Bredbandsanslutningar karaktäriseras av snabb kommunikationshastighet såg 10 megabit per sekund eller mer. Dessa finns i flera utföranden. Dels i utförande via befintlig teleledning med så kallad ADSL/VDSL, och dels via nyinstallerad koppartråd, skärmd alternativt oskärmd, via kabel-TV eller via optofiber och elnät. Optofibern intar en särställning. Den ger galvanisk isolation och är ur EMC synpunkt mycket tilltalande. Den ger inte upphov till några elektromagnetiska fält. De övriga alternativen kan ge upphov till EMC-problem och elektromagnetiska fält om de inte installeras på ett riktigt sätt.

När det gäller att i efterhand installera ett kabelnät i en befintlig fastighet uppstår problem eftersom det normalt inte finns några förberedda kablingsvägar. I vissa fall kan kabelschakten för 230 V användas, men man bör då vara observant på risken att signalförbindelsen störs av de elektromagnetiska fenomenen på elkablarna.

Vill man använda bredbandsförbindelsen som plattform för telefonitjänster bör man komma ihåg att telenätets förmåga att fungera även under strömavbrott normalt inte finns hos bredbandsnäten om inte speciella åtgärder vidtagits.

Den enskilde lägenhetsinnehavaren kan normalt inte göra mycket åt sin elektromagnetiska situation, han /hon kan naturligtvis köpa lågstrålande materiel i den mån sådan finns på marknaden. I lägenheter med ojordade uttag kan han/hon åstadkomma viss förbättring vad beträffar störningar om alla datorerna och deras tillbehör kopplas till en jordad skarvdosa så att apparaternas jordar åtminstone är sammankopplade.

### ***2.1.2 Behov av förändrad infrastruktur***

Den befintliga tekniken, såsom elinstallationsteknik, teleinstallationsteknik mm måste nu anpassas till den nya utvecklingen och de förändringar som den medför.

Genom att de nya tekniken erbjuds till pris och prestanda som varit helt otänkbara för bara några år sedan har den snabbt etablerats och man har inledningsvis varit benägen att acceptera den, utan hänsyn till och oveten om dess bieffekter. Eftersom prisnivån nu sjunkit till en nivå där hushållen i stor omfattning efterfrågar och utnyttjar tekniken och dess möjligheter måste bieffekterna numera hanteras i bostäderna. Problemet med detta är att hushållens ekonomiska nytta eller nöjesvärde av apparaterna väl täcker apparatkostnaden men kanske inte de infrastrukturella förbättringar som krävs för en oklanderlig drift av apparaterna. Olinjära laster med höga övertonshalter och betydande emission av radiofrekvent strålning och ledning kunde tidigare accepteras i gällande normer eftersom de inte förekom i stora antal annat än i kontrollerade miljöer. Vid massanvändning i hushåll måste normerna skärpas utöver nuvarande nivå för att inte sammanlagringseffekterna ska bli besvärande.

Ett exempel på ovan redovisade är frånvaron av skyddsjordade vägguttag i vanliga bostäder. I samband med införandet av skattelättnad vid inköp av hemdatorer häromåret så överöstes vi av upplysningar och utvärderingar om vilka datorer, bildskärmar, skrivare, programvaror osv. som var det lämpligaste att välja ur pris- och

prestandasynpunkt. Informationen om behovet av jordade eluttag och kostnaden för att installera dessa förekom, men togs inte riktigt på allvar. Jordade eluttag är en förutsättning för elsäker och samtidig anslutning av datorer till elnät och telenät. Vid TCO-99 godkännandet av bildskärmar förutsätts skyddsjordade vägguttag. Syftet med skattelättnaden var ju även ökad Internetanvändning och samtidig telenätanslutning av datorerna. Kostnaden för framdragning av jordade eluttag kan beroende på omständigheterna bli nästan i samma storleksordningen som ett datorpaket. Bindande krav eller sanktioner finns inte och sannolikt är majoriteten av alla hemdatorer elanslutna i icke jordade uttag vilket innebär att olycksrisker föreligger, även om de är små.

### **2.1.3 Vem bekostar ny infrastruktur och när**

En verksamhet som anses lönsam är leverans av elektronisk kommunikation till hemmen. Det kan ske via flera olika nät ( tele-, kabel-TV-, el- m.fl. nät ) ägda av olika företag. Därigenom uppstår en konkurrenssituation som driver på utvecklingen och gynnar konsumenterna. Men denna konkurrens gynnar inte en samordning av de infrastrukturella frågorna. Varje nätägare agerar utan samordning med konkurrenten för att göra de bästa affärerna. Idag saknas kompetens och ansvarstagande för samordning av infrastrukturen i fastigheter för elektronisk kommunikation. Det mest naturliga är att fastighetsägaren tar på sig den rollen. Tidsvillkoren är viktiga att beakta. När krävs en uppgradering av infrastrukturen? Är det innan den första datorn ansluts, eller när så många anslutits att problem uppstår?

### **2.1.4 Vad ser vi i framtiden**

Framtidsaspekten är mycket intressant. Vilka elektroniska produkter kan vi förvänta oss i framtiden? Tvivelsutan har man i debatten hört åtskilliga överbud. Man ska emellertid inte glömma att sedan datorns födelse har pris och prestanda för en minnescell förbättrats med uppskattningsvis en faktor  $10^{11}$  och vi ser ingen avmattning i utvecklingstakten. Om något är nästan gratis, varför inte tacka ja. Med ständigt sjunkande priser på elektronik kommer de system som kräver installationer med kabeldragning dock att belastas hårt av kostnader för dyr manuell arbetskraft. Detta gäller i synnerhet om husen inte har förberedda tomma kabelkanaler som kan underlätta för installation av nya faciliteter.

Man kan skönja två trender i dagens utveckling.

- 1 Dramatisk ökning av användning av elektronikprodukter i hemmiljö.
- 2 Förbättrade elektronikprodukter.

Den teknik som hyresgäster redan idag men framförallt i morgon kommer att använda i sina bostäder är både mera komplicerad och känslig än den tidigare generationen av teknik.

Nu gällande EMC-normer för ledningsbunden emission tar inte hänsyn till massanvändning av kraftelektronik och normerna är uppenbarligen mycket generösa eftersom man räknat med att eventuella störningar ska drunkna i mängden av andra så kallat "tysta" laster på elnäten och i elinstallationerna. Här får man nog vänta sig en

skärpning av kraven, men utvecklingen kommer att gå långsamt eftersom starka intressen bromsar. Vi kommer under en betydande tid att få leva med en kraftig tredje överton och en ökande brusmatta.

Lägre priser på krafthalvledare med hög spänningstålighet kommer att göra det ekonomiskt rimligt att bygga apparater som väl klarar restspänningarna efter ett överspänningsskydd. Bra och störningsfria installationer även i svåra miljöer kommer därför bli möjliga att bygga i framtiden till rimliga kostnader.

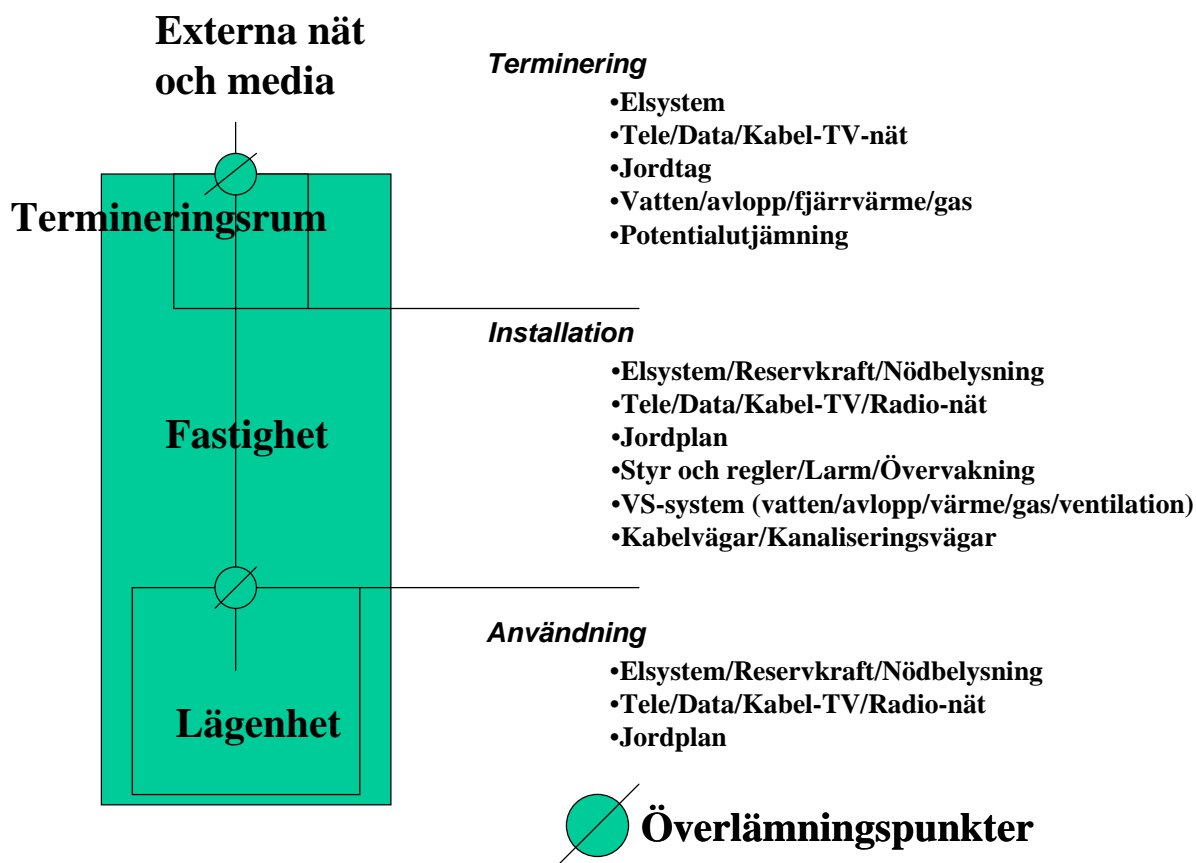
Integrerade ljud- och TV-anläggningar med digital teknik och Internetanslutning av dessa kommer att öka våra krav på prestanda. Kopplingar mellan tele- och kraftnät respektive mellan kabel-TV-nät och kraftnät via skyddsjordade datorer och datanät i lägenheter osv., kan ge oss en repris av vad som har hänt inom TV- och ljudstudoområdet, där man idag inte längre klarar sig med ett vanligt femledarsystem.

Den som inte vill bli överraskad bör nog ha en stor mental beredskap för vad som kommer de närmaste 10 åren. Detta bör även gälla när man utformar råd för förbättringar av dagens situation så att man tillvaratager alla rimliga möjligheter att bygga in flexibilitet, lätthanterlighet och ändringsbarhet. För att uppnå en "framtidssäkerhet" måste man bygga flexibelt så att förmåga till snabb och billig anpassning finns i fastigheterna. I praktiken innebär det för de typer av installationer som här beskrivs att anpassningsförmågan skapas genom att generöst utrymme för ny kabeldragning för både el, tele och data förberedes.



## 2.2 Teknisk indelning av en fastighetsinstallation

### 2.2.1 Ledningssystem i fastigheter



Figur 2.1.1.1 Ledningssystem i fastigheter

### 2.2.2 ÖVERLÄMNINGSPUNKTER

Det finns ett antal överlämningspunkter av olika media till en fastighet och inom en fastighet. Vanligtvis placeras en mätare i överlämningspunkten för debitering av levererad mängd t.ex. en elmätare och vattenmätare. Men även utan mätning så finns en gräns där fastighetsägaren tar över ansvar, bygger och underhåller systemen, om inte detta sköts av leverantörer.

Dessutom finns det annan media t.ex. telefon och elkraft vars överlämningspunkt kan vara inne hos hyresrättsinnehavare.

Det blir allt vanligare att två eller fler ledningssystem ansluts till samma utrustning. Både telefonutrustning och televisionsutrustning är idag i många fall både anslutet till elnätet samt till ett annat utbrett ledningssystem. I denna överlämningspunkt i termineringsrummet bör s.k. potentialutjämning ske via en för fastigheten gemensam jordsamlingsskena.

## 2.3 Nödvändiga egenskaper och kvaliteter vid ny- och ombyggnad

Den som beställer en ny eller ombyggnad måste specificera alla sina krav på byggnaden och dess funktioner. Bland kraven finns önskan om en god el och kommunikationsmiljö. Det omfattar olika kvaliteter som måste specificeras och beställas.

### 2.3.1 Elsystem och elsäkerhet

#### 2.3.1.1 Fyrledarsystem - jordning

Det allmänna distributionsnätet och de flesta fastigheters servisledningar (huvudledningar) har ett så kallat fyrledarsystem där nolledare och skyddsledare (N- och PE-ledare) är gemensamma och kallas PEN-ledare som står för, Protective Earth Neutral, vilket är en kombinerad neutral- och skyddsledare, som är direktjordad. Detta system valdes för länge sedan vid införandet av växelströmmen då lasterna i huvudsak bestod av glödlampor, motståndselement och trefasanslutna ostyrda elmotorer.

Elleveransen sker vanligen trefasigt med fyrledarsystemet, TN-C. Systemet består av faserna  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$  samt PEN. Var den effektiva jordningspunkten finns beror på nätets och de anslutna installationernas utförande. Grundprincipen är att jordanslutningen till jordtaget finns vid distributionstransformatorns nollpunkt där också PEN-ledaren är ansluten. I ett glesbyggsnät med friledning eller hängkabel är det vanligen den enda jordanslutningen i nätet. Kabelnät i tätort har samtliga PEN-ledare sammankopplade (tillhörande samtliga nätstationer) och har dessutom ofta en medföljande "blanknolla". Man får då ett sammanhängande jordnät med distribuerad eller punktvis kontakt med marken i nätstationernas jordtag. Eftersom PEN-ledaren är strömbelastad kommer spänningsskillnader att uppstå i jordnätet.

Rörsystemen kan ha kontakt med PEN-ledare. Korrosionsskydd, användning av plaströr och isolering medför dock att någon tillförlitlig jordkontakt inte föreligger via rörsystem.

Det är sällsynt att man har ett separat lokalt jordtag tillhörande en fastighets elservis. Det är oftast svårt att anlägga ett bra jordtag utan stora kostnader.

Elsystemet i fastigheten är vanligen ett fyrledarsystem som benämns, TN-C-S beroende på att PE och N är separerade efter gruppcentralen.

Skyddsjorden i fyrledarsystem kommer att ha olika spänning på olika ställen i fastigheten och ha en viss spänning mot andra system och byggnadsstomme. Vid sammankoppling av olika installationer kommer då utjämningsströmmar att uppstå, så kallade vagabonderande strömmar. Mest omtalade är de strömmar som leds i rörsystem via skyddsjordade pumpar eller andra apparater i galvanisk förbindelse med rörsystemet. Den ström som egentligen ska ledas via PEN-ledaren kommer delvis att ta vägen via rörsystemen tillbaka till transformatorns nollpunkt. Den största nackdelen med denna typ av vagabonderande strömmar är att såväl rör som kablar omger sig med ett förhöjt magnetfält. Utjämningsströmmar kan uppstå även i datanät och kabel-TV-nät, där de kan förorsaka störningar.

Det ökande intresset att använda stora enfaslaster, styrda laster, energibesparande och viktbesparande lösningar innebär att ett fyrledarsystem är mindre lämpligt som

distributionssystem för elkraft. Detta syns bl.a. genom en ökning av de vagabonderande strömmarna.

I en byggnad med fyrledarsystem kan en central potentialutjämning inte förhindra att spänningsskillnader förekommer mellan skyddsjord och t ex byggnadsstomme eller rörsystem.

### ***2.3.1.2 Femledarsystem***

Nyare kontorsfastigheter och sjukhus har ofta femledarsystem, TN-S, vilket innebär att N- och PE-ledarna är åtskilda. I bostadshus är det sällsynt med femledarsystem.

Med femledarsystem i byggnader får skyddsjorden och omgivande byggnadsstomme och rörsystem samma spänning. Med femledarsystem uppstår därför inte vagabonderande strömmar. En förutsättning för störningseliminering är att man har femledarsystem ända från distributionstransformatorns nollpunkt. Detta kan endast undantagsvis arrangeras vid lågspänningsleverans, vid t.ex. större projekt och nybyggen av hela bostadsområden eller kvarter. Det vanligast förekommande distributionssystemet är TN-C-S system där den femte ledaren startar lokalt från säkringscentralen i en fastighet eller lägenhet.

På grund av att det numera ansluts många olinjära belastningsobjekt får neutralledaren en hög ström. Vid ett lokalt femledarsystem i en fastighet som matas från distributionstransformatorn med en fyrledarkabel kan då utjämningsström ledas bakvägen i skyddsledarna via t.ex. rörsystem till jord. Därvid blir skyddsledarna strömförande och störningar kan uppstå.

Ett femledarsystem innebär att nolledare och skyddsledare (N- och PE-ledare) är helt separerade ända från den sista distributionstransformatorn där också anslutning till jordtag sker.

### ***2.3.1.3 Bortkoppling av spänning vid isolationsskada***

Vid en isolationsskada i en apparat blir höljet satt under spänning. Genom att höljet ska vara skyddsjordat och kopplat till PE uppstår kortslutning så att säkringen bryter bort spänningen.

För användaren förväntas elsystemet uppfylla de krav som ansluten utrustning kräver. De flesta datorer är avsedda att anslutas till jordade uttag. Ett problem idag är att de flesta bostäder inte har tillgång till skyddsjordade uttag annat än i köket och i rum med ledande golv t ex källaren. Därför ansluts de flesta hemdatorer till ojordade uttag och blir därför icke skyddsjordade. Vid ett isolationsfel i en dator kan det då uppstå risker om en ojordad dator även är ansluten till tele eller datanät. Tele- eller datakabeln kan då bli spänningssatt och förstöra teleutrustning, samt leda farlig spänning ut i tele- eller datanätet och skada ovetande personer på andra platser.

De flesta stationära datorer levereras i Klass I-utförande, vanligen med krav från leverantören på skyddsjordning. Eftersom de flesta fastigheter inte har skyddsjordade uttag i vanliga rum, innebär detta förhållande att kunderna inte kan efterleva leverantörens krav eller villkor för säker användning av produkten. Detta stör det civilrättsliga förhållandet dem emellan och belastar kunden med ansvaret vid olyckor eller apparatfel. För att uppfylla säkerhetskraven i lågspänningsdirektivet tillämpas EN

60950 i vanligaste fallen. Denna standard specificerar en skyddsbarriär på 1,5 kV mellan teleingången och övriga delar och förutsätter att Klass I-apparater ansluts till ett skyddsjordat uttag. Avsaknaden av skyddsjordning äventyrar säkerheten för telenätspersonal vid fel i apparaten. Slutsats: Ur elsäkerhetssynpunkt måste skyddsjordat uttag finnas tillgängligt för Klass I-datorer eller modem som ska anslutas till ett utbredda LAN eller telenät.

#### **2.3.1.4 Spänningsutjämning**

Det rekommenderas i starkströmsföreskrifterna att potentialutjämning mellan elsystemet, förekommande rörsystem och byggnadsstommen görs vid intaget till fastigheten. Härvid förbinds inkommande PEN-ledare med de övriga systemen via en ledare som dimensioneras enligt starkströmsföreskrifterna ELSÄK-FS.

Alla metalldelar som har jordkontakt på annat sätt än via PE ska anslutas till PE. Tillgång till PE finns i alla skyddsjordade föremål. Från sådana föremål dras en kompletterande spänningsutjämningsledare till dessa metalldelar.

Det finns en viss motvilja i bl. a. VVS-branschen mot att göra potentialutjämning på detta sätt. Man är rädd för att korrosionsproblem ska uppstå. Vad man inte tänker på då är att sammankopplingar mellan systemen alltid finns ändå via skyddsjordade pumpar etc. I värsta fall kan potentialutjämningen ske via en 1,5 mm<sup>2</sup> skyddsledare, som vid fel i elsystemet kan brinna av och i värsta fall förorsaka brand.

Spänningsutjämning projekteras enligt starkströmsföreskrifterna ELSÄK-FS. För att fungera vid höga frekvenser som förekommer i brus eller pulser, måste spänningsutjämningen utföras med anslutningsledare som är låginduktiva dvs. är korta.

#### **2.3.2 Elektromagnetisk förenlighet (EMC)**

Uppbyggnaden av en fastighets ledningssystem är ett viktig led i hanteringen av elektromagnetisk förenlighet, EMC. Detta blir allt viktigare när allt fler och känsligare elektroniktrustningar installeras i fastigheterna.

I fastigheterna har under årens lopp vuxit fram en infrastruktur bestående av elnät, telenät, kabel-TV-nät och nät för larm övervakning styr och reglerfunktioner. Bl.a. genom det successiva byggsättet av ledningssystemen till och inne i en fastighet så är maskformade nät vanligare än stjärnformade nät. Hur näten är utformade har en allt större betydelse vid en ökad användning av signal och kommunikationssystem i och mellan fastigheter. Från fastighetens gemensamma intag för olika ledningssystem bör ett stjärnnät eftersträvas. Dessutom ska galvaniska sammankopplingar och tvärförbindningar mellan olika stjärnben undvikas.

Ett olämpligt utformat nät kan innebära onödiga störningar, långsammare överföringshastigheter och t.o.m. haverier. Det är troligt att den galvaniska kopplingen mellan mediasystemen kommer att öka med ökat antal ledningssystem om inte hänsyn tas till detta vid nybyggnad eller ombyggnad. Och det är i utrustningen som t.ex. hyresgästerna ansluter som kopplingen mellan systemen med största sannolikhet kommer att ske t.ex. i en dator mellan skyddsjorden och t.ex. kabel-TV-nätets eller datanätets skärm.

Persondatorer och deras bildskärmar har ett generella kravet på att vara med skyddsjordat utförande, enligt klass I, medan TV-apparater, videoapparater, stereoanläggningar och annan hemelektronik oftast har icke skyddsjordat utförande, enligt klass II. I samband med utvecklingen av bredbandskommunikation till hemmen kommer sannolikt datorerna alltmer att kopplas till stereo och TV apparater samt till olika bredbandsdatanät inklusive kabel-TV-nät. Därmed kommer klass I och klass II apparater att blandas och sammankopplas via bredbandsdatanät. För att ytterligare visa på komplexiteten så ska kablar där skärmen nyttjas för att minska det elektriska fältet vid höga frekvenser vara jordade i båda ändarna. Om en sådan jordning i båda ändarna sker till skyddsjord som har olika potential så kan vagabonderande strömmar uppträda i skärmen.

Belastningsströmmar kombinerade med nollans, neutralledarens, impedans leder till en viss spänningssättning av nollan och skyddsjorden i undercentraler t.ex. i enskilda lägenheter, vilket förekommer även i nya femledarinstallationer. Detta förorsakar kontinuerliga eller transienta spänningar på skyddsjorden. Dessa spänningar kan leda till störningar på grund av common-mode strömmar mellan el- och telenäten. Slutsatsen blir att ihopkoppling av nollan och skyddsjorden bör ske endast vid fastighetens huvudcentral för att undvika störningar. Det scenario med blandning av klass I- och klass II-apparater och ihopkoppling av dessa via skärmade koaxialkablar och dataledningar måste undvikas i fastigheter med s.k. bredbandsinstallationer.

För att undvika potentialskillnader mellan olika telesystemdelar i stora telestationer och datahallar anläggs normalt stora jordplan med grova kopparledningar till vilket samtliga apparatstativ ansluts. Liknande jordningsanläggningar kommer inte att kunna anordnas i normala bostäder. Men med hjälp av en korrekt utförd potentialutjämning i en fastighet kommer bjälklag och väggar att kunna utgöra en generaliserad skärm eller jordplan och få en motsvarande funktion, som borgar för låga störnivåer. Önskas låga elektriskt fält gentemot jordplanet så måste man även ta hänsyn till detta vid planering av ledningsförläggning och jordning.

För kommunikationsnät och elinstallationer i fastigheter har det tidigare inte funnits några väl utarbetade gemensamma regler och anvisningar med avseende på EMC. Detta har medfört att när installationerna blivit mer invecklade och därmed störningskänsliga har ömsesidiga störningar uppstått mellan näten och elinstallationerna. Mätmetoder saknas för att verifiera förenligheten i fastigheterna. Ett antal obesvarade frågeställningar kan redovisas.

### **2.3.3 Transientskydd och åskskydd**

Det finns inga myndighetskrav vad gäller åskskydd. Beställaren kan själv bestämma om huset ifråga ska motstå effekterna av blixtnedslag eller ej. Dessutom ska det bestämmas om anläggningen ska motstå effekterna vid direkta inslag mot anläggningen eller om man nöjer sig med att skapa skydd för de överspänningar som inkommer via de ledningsnät som är kopplade till huset.

Man kan grovt räkna med att det förekommer 1 blixtnedslag per kvadratkilometer och år. Långsiktigt är nedslagen jämt fördelade över markytan.

Varje anläggning, vare sig det är en byggnad, ett ledningsnät, ett fordon etc. upptar en viss markyta. Det är denna anläggningens effektiva träffyta som bestämmer hur ofta anläggningen träffas av ett blixtnedslag.

Blixtpulsen bestäms av fyra parametrar: toppström, strömbranthet, laddningsinnehåll och strömvärmepuls. Var och en av dessa parametrar är i stort sett normalfördelade. Varje anläggning har en viss förmåga att motstå de påkänningar som en blixtpuls utsätter objektet för. Påkänningen bestäms av dessa parametervärden. Denna förmåga hos objektet betecknas som dess skyddsgrad. För att en anläggning ska anses åskskyddad krävs att skyddsgraden uppgår till minst ett visst värde, vanligen 90%, vilket innebär att anläggningen ska motstå en blixtpuls vars parametervärden innehålls av minst 90% av blixterna. Detta oavsett var blixten slår in.

De samlade ledningsnäten har en avsevärt större träffyta än den fastighet där ledningsnäten är terminerade. Det innebär att risken för att en överspänning tränger in i byggnaden via ledningsnäten är betydligt större än risken för direktnedslag i fastigheten.

Det fastighetsbestånd som finns idag har i de flesta fall mediaförsörjningen inkommande från olika håll. Detta beror bl.a. på att ledningssystemen tillkommit successivt, men också på att betydelsen av gemensamt intag tidigare inte har varit känt. Så har t.ex. en stor del av kabel-TV-näten tillkommit i efterhand i vår fastighetsbestånd, vilket i sin tur innebär att dessa kan vara svåra att skydda mot åska och att problemen vagabonderande strömmar blir alltmer påtagliga. Till ledningssystem som inte kan dras in på det gemensamma stället ska det dras en utjämningsledare som läggs på ett sådant sätt att induktansen begränsas i störst möjliga utsträckning.

För att undvika skador på grund av åska måste eventuella överspänningar begränsas mellan framförallt el- och telenäten. För att uppnå detta tillämpas skyddskomponenter med en utjämningslängd på högst 10 m mellan skyddskomponenter och PEN. Slutsats: Det är viktigt att koppling av åskskydd till PEN kan ordas på ett lätt och praktiskt sätt. Det finns åskskyddskomponenter<sup>1</sup>, så kallade funktionsskydd, på marknaden som kunden själv kan montera. Dessa kräver anslutning till ett skyddsjordat uttag. Slutsats: Skyddsjordade uttag måste finnas tillgängligt i varje rum.

Fyra olika skyddsnivåer föreligger. Det är viktigt att genomföra varje angiven nivå innan nästa påbörjas, annars finns risk att vidtagna åtgärder inte gör någon nytta:

### ***2.3.3.1 Inledningsskydd***

Inledningsskydd ger skydd för den vanligaste orsaken till åskskador, nämligen överspänningar som inkommer via yttre ledningssystem, såsom vatten, avlopp, el, tele, antennsignal. Ett fungerande inledningsskydd är nödvändigt också för att ett inslagsskydd ska fungera tillfredsställande. vilket ger skydd för de överspänningar som inkommer via inkopplade ledningssystem. Samtliga dessa har vanligen någon form av medveten eller omedveten anslutning till jord. Någon gemensam jordpunkt finns dock vanligen inte, utan de virtuella jordpunkterna kan finnas långt från varandra geografiskt.

---

<sup>1</sup> Rätt inkopplade överspänningsskydd kräver elbehörighet.

### **2.3.3.2 Ringledare tillika jordtag**

Ringledare ger skydd för nedslag i mark runt byggnadsobjektet och ett fullständigare skydd erhålls om inledningsskyddet kompletteras med ett jordtag i form av en ringledare som förläggs runt fastigheten. Detta av tre skäl:

- 1 Blixtström skapar en stor potentialskillnad, mellan inre installationer och omgivande mark. Därmed också mellan byggnadsstommen och omgivande mark. Detta kan leda till okontrollerade överslag. Genom att koppla en ringledare till byggnadens huvudjordningsskena erhålls en elektrod som sprider laddning i omgivande mark.
- 2 Ringledaren erbjuder dessutom ett skydd mot de markurladdningar som blir följden av blixtnedslag som sker i fastighetens omedelbara närhet.
- 3 Ringledaren ger också ett berörings- och stegspänningsskydd för människor som befinner sig i fastighetens närhet.

### **2.3.3.3 Inslagsskydd,**

Inslagsskydd ger skydd för direktnedslag mot byggnaden. Genom att förse byggnaden med ett tak- och nedledarsystem, som kopplas till ringledaren samt genom att säkerställa nödvändiga skyddsavstånd erhåller fastigheten ett skydd även för direktinslag.

Ett byggnadsåskskydd i enlighet med Svensk Standard SS 487 01 10: "Åskskydd för byggnader" ger fastigheten en skyddsgrad av 90% vad gäller brand- och sprängskador vid åsknedslag mot byggnaden.

### **2.3.3.4 Funktionsskydd,**

Funktionsskydd ger skydd för tekniska system inne i fastigheten. Önskas även skydd av fastighetens tekniska system krävs att åskskyddet enligt standarden SS 487 01 10 kompletteras med ett funktionsåskskydd. Därmed menas en viss installationsstruktur där man skiljer på installationer som berörs av pulsström från eventuella blixtnedslag från sådana som inte berörs.

## **2.3.4 ESD skydd**

Lagstadgade krav på ESD-skydd finns endast i explosionsfarliga anläggningar. Allmänt kan det av driftsäkerhets- och trivselskäl finnas önskemål att statisk elektricitet inte medför skada eller otrivsel i en anläggning eller fastighet.

## **2.3.5 Elektromagnetiska fält (EMF).**

### **2.3.5.1 Gränsvärden**

WHO-kommittén ICNIRP har tagit fram riktlinjer för begränsning av exponeringen för elektriska och magnetiska fält upp till 300 GHz. De föreslagna gränsvärdena grundar sig på inducerad ström i kroppen. För frekvensområdet 0.025 till 0.82 kHz anges för yrkesmässig exponering  $25/f$   $\mu\text{T}$  (mikrotesla) ( $f$  i kHz) respektive  $500/f$  V/m, vilket ger  $500 \mu\text{T}$  respektive  $10 \text{ kV/m}$  vid 50 Hz. För allmänheten anges på motsvarande sätt  $5/f$

$\mu\text{T}$  respektive  $250/f$  V/m, d v s vid 50 Hz  $100 \mu\text{T}$  respektive 5 kV/m. Sommaren 1999 antogs detta förslag som EU-rekommendation. Man kan förvänta sig att svenska myndigheter kommer att anta dessa värden som officiella gränsvärden.

Då det saknas medicinskt forskningsunderlag för att bestämma hygieniska gränsvärden för eventuella hälsoeffekter av kraftfrekventa magnetiska och elektriska fält, rekommenderar ansvariga myndigheter tillämpning av en försiktighetsprincip. I all enkelhet innebär den att man ska sträva efter att hålla nivån på elektriska och magnetiska fält så låg som möjligt. Förutom hänsyn till försiktighetsprincipen kan tekniska system störas av förhöjda EMF-nivåer.

### **2.3.5.2 Elektriska fält**

Elektriskt fält uppkommer mellan ledande föremål med olika spänning. Vanligen uppstår det mellan nätspänningsförande oskärmade ledningar och lokalens väggar, golv och tak (jordplan). Installationsledningar ingjutna i betong är vanligen tillräckligt bra skärmade. Lättväggar kan bli kapacitivt spänningssatta och ge ett betydande elfält. Klass II apparater (ojordade med "europlugg" ger alltid ett högt fält men även klass I apparater anslutna till ett ojordat uttag kan ge höga fält. Det kan finnas klass I apparater, som korrekt anslutna ger ett betydande elfält om det innanför ett icke skärmat plasthölje finns öppna nätspänningsförande delar. Vid stor ström i PEN-ledaren i en fyrledarinstallation kan en spänningsskillnad på upp till ca 10 V uppstå mellan skyddsjordade apparater och lokala jordplanet, vilket bidrar till det elektriska fältet. Om installationen utförs med skärmd kabel eller halvledande installationsrör kan elfält mindre än 10 V/m uppnås för installationen. Anslutna apparater och armaturer måste vara skyddsjordade och ha skärmade anslutningskablar för att denna nivå ska kunna bibehållas i realiteten. Mätning av elfält ska utföras som frifältsmätning enligt standard IEC 61786. Den mätprobe för E-fältsmätning, som finns beskriven i SS 4361490 och som används för bl.a. bildskärmsmätningar kan inte användas.

Vid förekomst av elektriska fält med frekvenser högre än kraftfrekvensen är visserligen amplituden lägre men svårigheten att skärma eller avleda fälten ökar med ökad frekvens. Detta beror bl.a. på skärmar och ledares längdinduktans samt strömförträngning. Av detta skäl rekommenderas att skärmade ledningar som överför högfrekventa signaler (eller skärmas mot högfrekventa signaler) jordas i båda ändarna, något som naturligtvis försvåras av om jordningspunkterna har olika lågfrekvent potential. Ett femledarsystem undviker i de flesta fall denna potentialsättning. En skärm som enbart är jordad i en ände kan i vissa fall fungera som en antenn för höga frekvenser.

Användningen av skyddsledaren som en avledare av högfrekventa fält innebär, vid en kraftig ökning av antalet störkällor, att många jordade föremål kan betraktas som strålare av höga frekvenser. Dessutom innebär den högfrekventa potentialsättningen av skyddsledaren att skyddsjorden fungerar som en störkälla.

Den resistiva ledningsförmågan hos betong- eller gipsväggar kan vara tillräcklig för att fungera som jordplan för höga frekvenser då de strömmar som ska avledas är små. Men bra förbindelser för högfrekvens måste uppnås mellan de olika byggnadsdelarna, något



som kan ske genom en komplettering av en befintlig byggnad men som enklast genomföres redan vid nybyggnationen.

### **2.3.5.3 Magnetiska fält**

Alla elektriska installationer och apparater ger upphov till magnetfält med olika styrka och karaktär. Apparater kan ha ett mycket kraftigt närfält, men nivån avtar snabbt med avståndet. Ledningar med litet avstånd mellan faser och neutralledare ger också ett fält, som avtar relativt snabbt. Fälten ovan ställer därför oftast inte till med problem, och för det mesta kan man undvika problem genom att flytta arbetsplatser eller känslig utrustning. Den viktigaste källan till magnetfält är vagabonderande strömmar. Härvid utgör såväl de strömförande rörsystemen som de kablar från vilka strömmen är avledd källor till magnetfält. De uppträder då som ensamma strömförande ledare, som ger ett fält på  $0,2 \mu\text{T}$  på 1 m avstånd för varje ampere. I värsta fall kan de vagabonderande strömmarna uppgå till flera 10-tals ampere, vilket alltså kan ge flera mikrotlesa på 1 m avstånd från t ex en stigarkabel. Fältet avtar endast långsamt med avståndet, en fördubbling minskar fältet till hälften. Den radikala metoden att eliminera de vagabonderande strömmarna är att införa femledarsystem, men en sådan ombyggnad är dyrbar. En avsevärd förbättring kan erhållas om sugtransformatorer installeras på de aktuella kablarna. Vid en välplanerad ny femledarinstallation (ända från distributionstransformatorn) kan magnetfältet hållas under  $0,2 \mu\text{T}$  utom intill stigare och elcentraler. Det är möjligt att vid normal fyrledarleverans installera en nollpunktstransformator i fastigheten och bilda en ny neutralpunkt för femledarsystemet varvid den inkommande PEN-ledaren inte används. Den nya neutralpunkten ansluts till fastighetens jordtag, som med hänsyn till utlösningvillkoret måste ha låg resistans.

Vissa tekniska system och apparater kan störas av för höga magnetfält. En normal bildskärm kan bli instabil i bilden om fältet överstiger  $0,5 \mu\text{T}$ . Magnetiska hörslingor och analoga bandspelare är också störningskänsliga. Mätning av magnetfält ska utföras enligt standard IEC 61786 och anvisningar från Statens Strålskyddsinstitut.

Problematiken, vid höga frekvenser, med magnetiska fält är delvis enklare än den för det elektriska fältet, till stor del beroende på skärmar och ledares längsinduktans samt strömförträngning vilket höjer impedansnivån och därigenom sänker strömmen, och magnetfältet. Detta innebär dock inte att problem saknas bl.a. annat då både höga och låga störfrekvenser kan förekomma tillsammans i en anläggning.

### **2.3.5.4 Elektromagnetiska fält**

Om ett elektriskt eller magnetiskt fält uppträder en våglängd eller mer från sin källa, bildas en plan våg med bestämt förhållande mellan elektrisk och magnetisk fältkomponent, elektromagnetisk strålning, oberoende om upphovet var ett elektriskt eller ett magnetiskt fält. Infallande högfrekvent elektromagnetisk strålning eller radiovågor från t.ex. radiostationer eller andra källor kan dämpas med skärmar och motsvarande, men tätheten i skärmen är avgörande för resultatet.

### **2.3.5.5 Signalering med 100 Mb/s på koppar**

Behoven av bandbredd ökar starkt hela tiden. För närvarande installeras kopparbaserade datanät med signaleringshastighet på 10 Mb/s. Men man planerar och konstruerar redan nu för att kunna signalera med 100 Mb/s på både datanät och elnät. För detta behöver

nya datakabelnät byggas som ersätter de tidigare. Vid dessa signalhastigheter uppstår risker för högre EMF-strålning. De problem man kan skönja är två. Dels kan radiosignaler i frekvensområdet upp till åtminstone 130 MHz störas inne husen av dessa nya kabelinstallationer. Dels kan sannolikt så kallade öppna standarder för datorutrustning bli svåra att vidmakthålla. Leverantörerna kan försöka kräva att all utrustning för dessa nät och anslutna apparater måste levereras av samma leverantör för att funktion och elmiljö skall kunna garanteras. Dessa båda iakttagelser bör kunderna beakta vid upphandling av nya system.

### **2.3.6 Reservkraft**

I fastigheter med omfattande elektroniska installationer för kommunikation, lås, larm, övervakning, driftstyrning, etc., bör elsystemet av säkerhets och beredskapskäl vara förberett och sektionerat för installation eller anslutning av reservkraft. Beroende på fastighetens karaktär och användning kan det finnas motiv för en fastighetsägare att ha reservkraft för fastighetens verksamhetskritiska system, centrala elektroniska system och kommunikationssystem. Det kan också finnas motiv att tillhandahålla reservkraft till hyresgästerna medan det i andra fall blir hyresgästernas ansvar att anordna reservkraft för sina viktiga installationer. Reservkraft blir allt viktigare att bevaka i och med att alltmer av säkerhets-, och kommunikationsfunktioner i en fastighet blir beroende av elförsörjningen. Avbrott i elförsörjningen får allt större konsekvenser.

## **2.4 Önskvärd administrativ praxis och struktur**

### **2.4.1 Parter och skyldigheter**

#### **2.4.1.1 Nätkoncessionsinnehavare**

Nätkoncessionsinnehavaren är ansvarig för ledningsnäten utanför byggnaden och också ansvarig för termineringen till byggnaden.

#### **2.4.1.2 Fastighetsägaren**

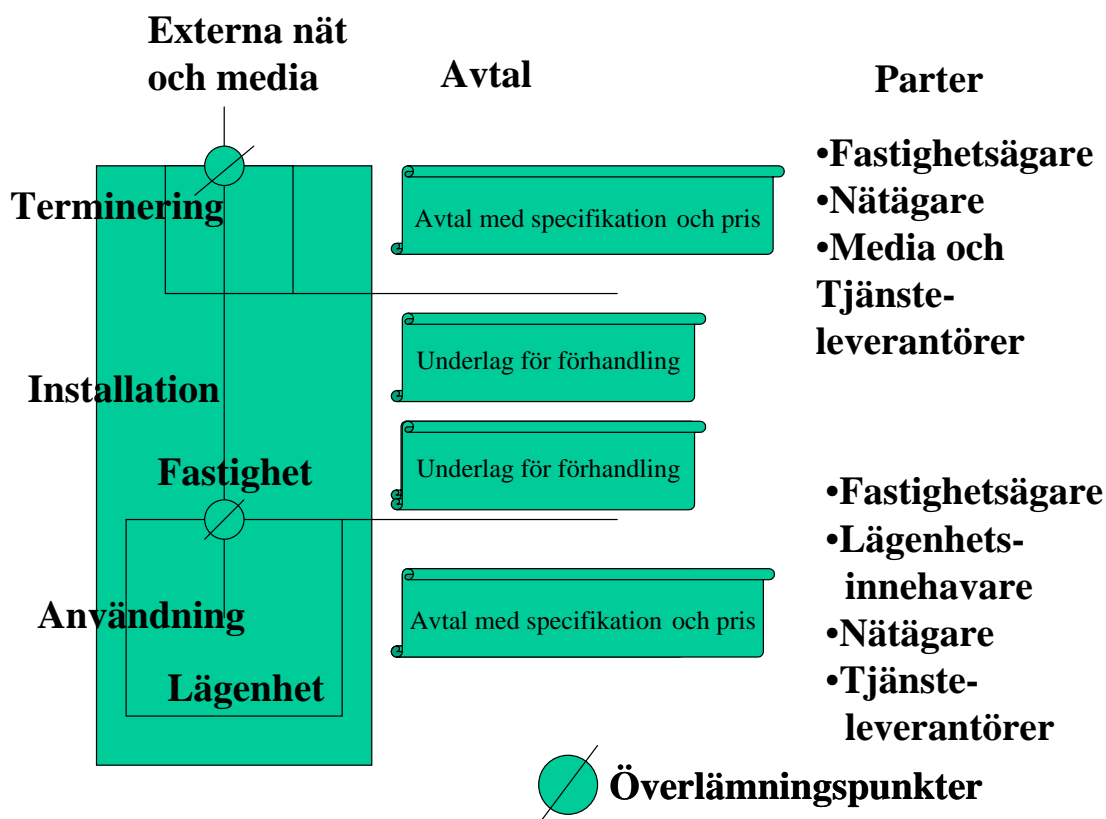
Denna part är ansvarig för nätuppbbyggnaden inom fastigheten och ansvarig för helhetens goda funktion. Det är viktigt att fastighetsägaren beslutar vilka olika skydd fastigheten ska ha samt till vilken nivå dessa ska anläggas. Fastighetsägaren ansvarar för att erforderliga avtal upprättas och utfärdar anvisningar för entreprenörer och hyresgäster angående installation drift och underhåll av i fastigheten installerad utrustning så att god elektromagnetisk förenlighet (EMC) kan uppnås. För att kunna uppnå detta måste fastighetsägaren utse en ansvarig konstruktör för elsystem jordning och transienter som också får ansvaret för integrering av fastighetens alla olika media och ledningssystem så att dessa samordnas och samutnyttjas så att bästa elektromagnetiska förenlighet (EMC) och elmiljö ska kunna åstadkommas i fastigheten.

#### **2.4.1.3 Hyresrättsinnehavaren**

Denna part är ansvarig för att användningen sker på det sätt som föreskrivits.

## 2.4.2 Överlämningspunkter

Det finns två överlämningspunkter i en fastighet, se bilden ovan. Dels mellan yttre parterna Nätägare eller Nätkoncessionsinnehavare, Medialeverantörer och Tjänsteleverantörer och Fastighetsägare och dels mellan parterna Fastighetsägare och Lägenhetsinnehavare eller Hyresrättsinnehavare. För båda sidor om överlämningspunkterna behövs underlag för avtalsförhandling eller specifikationer angående det som ska levereras. Beroende på omständigheter och art av leverans kan det bli underlag som beskriver produkten, varan eller tjänsten från båda sidor om överlämningspunkten.



Figur 2.4.2. 1 Avtal och parter

Hänsyn måste tas till att det råder intressekonflikter mellan dessa parter. Det är därför nödvändigt att definiera inblandade parter intressen och i vad mån dessa intressen återverkar på tekniken.

Att ha en gemensam överlämningspunkt, terminering mellan alla yttre och fastighetsnät innebär en fördel för fastighetsägaren och ger en möjlighet att erbjuda en större valfrihet vid val av medialeverantör. Det ger fastighetsägaren möjlighet att ta ett helhetsgrepp och kontrollen över alla husets nät och mediasystem.

### **2.4.3 Avtal**

Vid en termineringspunkt eller överlämningspunkt kan både avtal gällande teknik och kostnader regleras genom avtalsförhandling. Detta ska för alla parter ses som en möjlighet att ta upp och lösa alla frågeställningar helst i förtid.

#### **2.4.3.1 Fastighetsgräns**

Ett avtal upprättas mellan nätkoncessionsinnehavaren och fastighetsägaren.

#### **2.4.3.2 Lägenhet och hyreslokal**

En hyresgäst har vanligen ett eget avtal direkt med en nätkoncessionsinnehavare för el- och telenät. Ett avtal, hyresavtalet, upprättas mellan fastighetsägaren och hyresgästen i vilket det klargöres vilken leverans av olika media som ingår i hyresförhållandet. Dessa förhållande är viktiga med hänsyn till bl.a. Elmiljöansvar och EMC i hela fastigheten. Det är viktigt att fastighetsägaren skaffar sig full kännedom och insikt om den tekniska helheten i sin fastighet.

#### **2.4.3.3 Underlag**

Underlagen i form av specifikationer över aktuell entreprenad, produkt vara eller tjänst bör upprättas före avtalsförhandling av fastighetsägaren eller köparen och läggas till grund för pris och villkorsdiskussion vid upphandling.

### **2.4.4 CE-märkning**

Syftet med CE-märkning är att för de olika ländernas myndigheter visa att alla för produkten tillämpbara direktiv är uppfyllda. CE-märkning är ett intyg på att berörd apparat uppfyller gällande direktiv. Det är i praktiken nästan omöjligt att uppfylla ett direktiv utan att uppfylla några av de normer som finns listade under respektive direktiv. Avsikten med direktiven är i första hand att säkerställa en fri rörlighet av varor och tjänster. En effekt av detta är att dessa varor i stor utsträckning kommer att kunna användas tillsammans

När det gäller fasta nätanläggningar finns idag inget direktiv. Totalentreprenören ska dock utföra anläggningen så att den följer EU:s EMC-direktiv, väsentligen de samma och relevanta krav som ställs på apparater för vilka CE-märkning krävs.

Totalentreprenören ska besitta sådan kompetens att han kan utföra anläggningen i enlighet därmed. Det finns idag inget krav på verifiering av anläggningar. Det föreligger emellertid inget hinder för en köpare att specificera och kräva verifiering mot sin specifikation.

Det bör vara ett krav från beställaren att totalentreprenören före leverans verifierar att beställarens specifikation avseende störningsfri funktion, EMC och andra krav uppfylls. Skälet är att den ledningsbundna emissionen och den så kallade bakgrundsstrålningen från hela el- tele- och datanätinstallationer ofta är större än från de enskilda CE-märkta apparaterna. Apparaterna är provade enskilt i laboratoriemiljö. När dessa sätts tillsammans i massanvändning i större anläggningar kan interferensfenomen uppstå, som inte är normerade framförallt på elområdet. Massanvändning av apparater på det sätt som förutses vid storskalig utbyggnad av bredband i t.ex. flerfamiljshus är inte förutsedd i EMC normerna på elområdet. Interferens eller ömsesidig påverkan mellan

vågrörelser kan ge besvärande sammanlagringseffekter och det finns ännu inga normer att mäta efter. En kompetent beställare måste därför falla tillbaka på den så kallade försiktighetsprincipen i samband med specificering och beställning. Beträffande EMC normerna för höga frekvenser inom radiofrekvensområdet tar emmissions- och immunitetsgränser hänsyn till summeringseffekter.

#### **2.4.5 Integrering till teknisk helhet**

En av fastighetsägaren eller byggherren utsedd ansvarig konstruktör för elsystem jordning och transientskydd bör leda integreringen av samtliga media och ledningssystem i fastigheten med syftet att samordna dessa så att bästa förenlighet och elmiljö kan åstadkommas.

När de olika projekteringarna genomförts gäller det att integrera konstruktionen. En elektrisk utjämningsledare kan t.ex. fylla ett flertal olika funktioner. Själva integrationsprocessen bör ses som en matrisaktivitet. De olika delsystemen projekteras var för sig. Innan konstruktionerna fastställs måste alla delsystem gemensamt i ett grupparbete gå igenom och samordnas avseende elsystem, jordning, transientskydd, förenlighet (EMC), och god elmiljö.

### **Integreringsprocessen**

#### **Ansvariga projektörer**

<b>Teknikavsnitt</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
<b>Elmiljö-samordnare</b>				

**Figur 2.4.5.1**

Följande exempel visar på att integrationsprocessen är en optimering av helheten som ska leda till att fastigheten får de egenskaper som dess användning är mest bekant av.

I de flesta fastigheter bör man skilja på begreppet skyddsjordsledare och jordplan. Jordplanet i en fastighet är byggstommen t.ex. armerad betong inklusive vattenledningssystem, metallstativ osv. Det fält som man mäter uppträder mellan ledare och jordplan eller mellan skyddsjordsledare och jordplan. I fastigheter med

fyrledarsystem uppstår ett dilemma om man vill minska de vagabonderande strömmarna genom att isolera skyddsjorderna från jordplanet (t.ex. byggnadsstommen). I stället ökar man risken för att erhålla elektriskt fält.

#### **2.4.6 Byggprocessen**

De steg i byggprocessen som bör genomgå avseende elsystem, jordning och transientkydd är enligt nedan:

- Kravspecificering
- Beställningskrav
- Projektering, inkl avtal med medieleverantörer
- Integrering till teknisk helhet
- Upphandling
- Installation
- Verifiering, inklusive Elmiljöverifiering

### 3 Upphandling av projektering

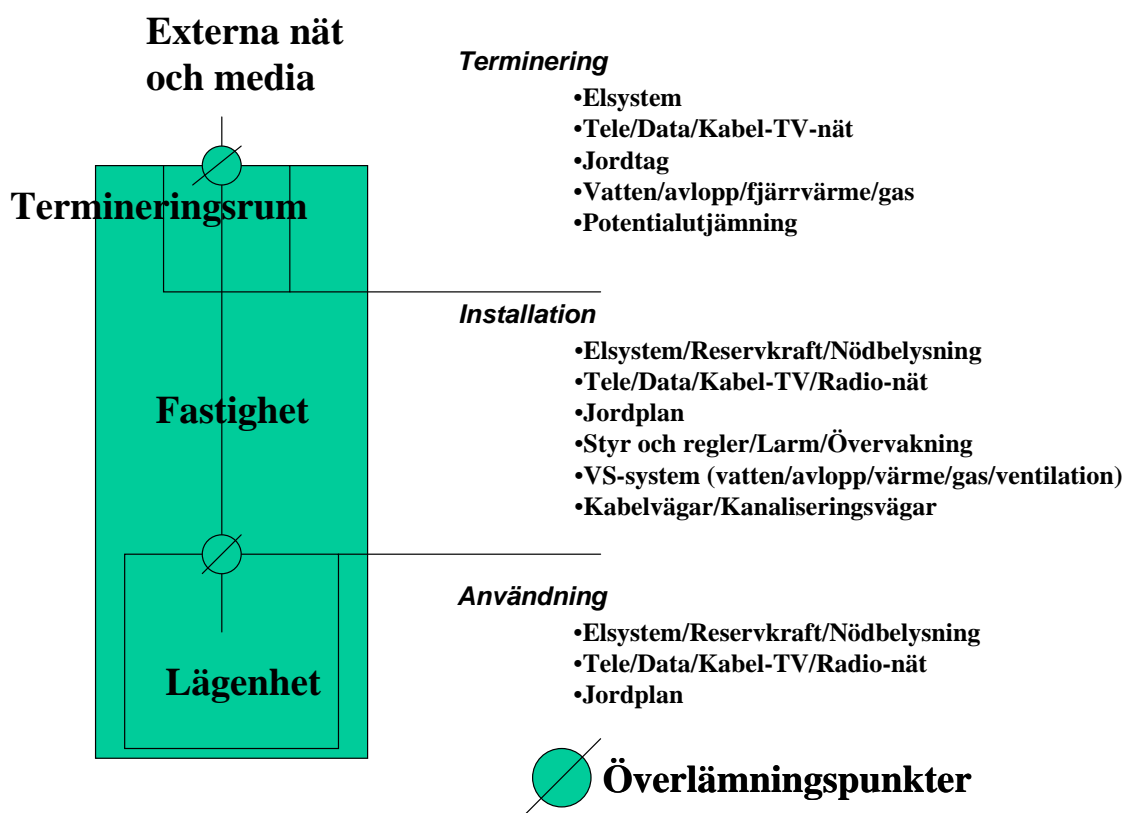
Detta dokument beskriver de viktigaste tekniska rekommendationerna som bör beaktas vid upphandling av projektering avseende installation av elsystem, tele- och datasystem, samt jordning och transientskydd i bostads och kontorsfastigheter vid ny- och ombyggnad.

#### 3.1 Inledning

Den som beställer en ny eller ombyggnad måste specificera alla sina krav på byggnaden och dess funktioner. Bland kraven finns önskan om en god el och kommunikationsmiljö. Dessa krav omfattar olika kvaliteter och egenskaper som måste specificeras och beställas. Beställningen riktar sig till en eller flera konstruktörer som får till uppgift att ansvara för att kvaliteten blir säkrad i enlighet med gällande standarder och beprövad erfarenhet.

Fastighetsägaren måste utse en ansvariga konstruktörer för elsystem, tele data, jordning och transientskydd. Den sist nämnde bör också få ansvaret för integrering av fastighetens alla olika media och ledningssystem så att dessa samordnas och samutnyttjas så att bästa elektromagnetiska förenlighet (EMC) och elmiljö ska kunna åstadkommas i fastigheten.

##### 3.1.1 Ledningssystem i fastigheter



Figur 3.1.1.1. Ledningssystem i fastigheter

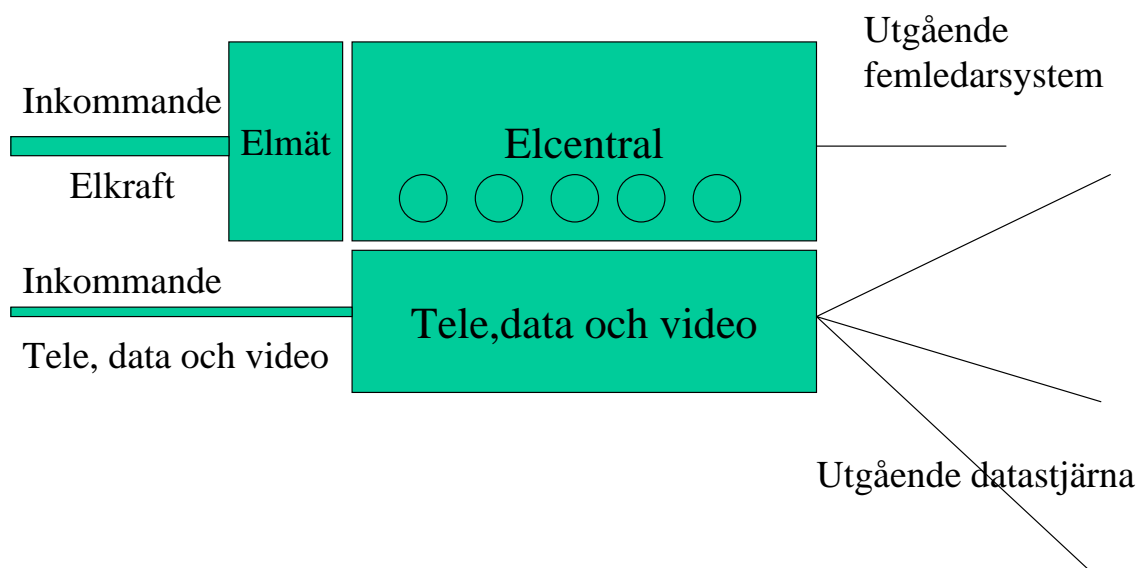
### 3.1.2 Överlämningspunkter

Det finns ett antal överlämningspunkter av olika media och ledningssystem till en fastighet och inom en fastighet. Vanligtvis placeras en mätare i överlämningspunkten för debitering av levererad mängd t.ex. en elmätare och vattenmätare. Men även utan mätning så finns en gräns där fastighetsägaren tar över ansvar, bygger och underhåller systemen, om inte detta sköts av leverantörer.

Dessutom finns det annan media t.ex. telefon och elkraft vars överlämningspunkt kan vara inne hos hyresrättsinnehavare.

Det blir allt vanligare att två eller fler ledningssystem ansluts till samma utrustning. Både telefonutrustning och televisionsutrustning är idag i många fall både anslutet till elnätet samt till ett annat utbrett ledningssystem. I denna överlämningspunkt i termineringsrummet bör s.k. potentialutjämning ske via en för fastigheten gemensam jordsamlingsskena.

### Överlämningspunkt för el och tele, data och video i lägenhet



Figur 3.1.2.1 överlämningspunkt i lägenhet

## 3.2 Elsystem

### 3.2.1 Leveranspunkt för lågspänning

Leveranspunkten för elkraftförsörjningen, servisen, är vanligen belägen i byggnadens källarplan i termineringsrummet. Serviscentralen inrymmer vanligen huvudsäkringarna och en huvudbrytare. Serviskabeln är vanligtvis en fyrledarkabel med de tre faserna samt den gemensamma neutral- och skyddsledaren, PEN-ledaren. I enstaka fall kan serviskabeln vara en femledare med separata neutral- och skyddsledare från matande



kabelskåp. Undantagsvis kan femledarservis erhållas från nätstation. Leverans av femledarservis bör alltid eftersträvas och diskuteras med elleverantören.

### **3.2.2 Potentialutjämning**

Direkt efter servisen sammankopplas PEN-ledaren med övriga elektriskt ledande installationer, såsom VA, gas värmesystem telesystem kabel-TV m.m., direkt eller via överspänningsskydd., samt byggnadsstommen om den innehåller ledande material, armering etc. Sammankopplingen görs på en huvudjordningsskena för byggnaden. Även eventuell åskjord kopplas till skenan. Potentialutjämningsledaren som är anslutningsledare mellan elinstallationen och huvudjordningsskenan ska ha en area motsvarande hälften av den största skyddsledararean i installationen, dock lägst 6 mm<sup>2</sup> och högst 25 mm<sup>2</sup>. För att fungera vid höga frekvenser som förekommer i högfrekvensbrus eller pulser, måste spänningsutjämningen vara låginduktiv, dvs. ha korta anslutningsledare.

### **3.2.3 Elinstallationen**

Det är vanligast att installationen är av fyrledartyp dvs. att skydds- och neutralledare är gemensam fram till gruppcentralen. Efter gruppcentralen är neutral- och skyddsledare alltid åtskilda. Ett sådant system betecknas TN-C-S. Om belastningen till stor del består av enfasiga och olinjära laster uppstår problem med vagabonderande strömmar i fastighetens rörsystem och även i data-, tele- och kabel-TV-system, vilket kan medföra störningar. I närheten av rör och kablar uppstår även förhöjda magnetfält.

### **3.2.4 Femledarsystem**

Det bästa sättet att minska problemen med bl.a. vagabonderande strömmar och spänningsskillnader i skyddsjorden är att installera ett femledarsystem, TN-S.

I ett femledarsystem ska skydds- och neutralledare vara åtskilda ända från systemnollpunkten vanligen distributionstransformatorns nollpunkt och jordtag. Detta är vanligen möjligt endast vid högspänningsleverans då transformatorn är belägen i byggnaden eller dess närhet. Man får därför vanligen nöja sig med ett partiellt femledarsystem från serviscentralen eller eventuellt matande kabelskåp. Detta ger dock en kraftig reduktion av störningar och vagabonderande strömmar. I installationer med extremt mycket olinjär last kan dock problem med vagabonderande strömmar ändå uppstå. Installation av sugtransformator på serviskabeln kan ofta eliminera problemet.

För att ett femledarsystem ska bibehållas måste ett övervakningssystem installeras som kan upptäcka oavsiktliga sammankopplingar av skydds- och neutralledare ute i installationen. En stark rekommendation är att samtliga huvudledningarna (stigare) individuellt övervakas för att möjliggöra en enkel lokalisering av felet. Fel måste omedelbart åtgärdas.

### **3.2.5 Komplettering av fyrledarsystem till femledarsystem**

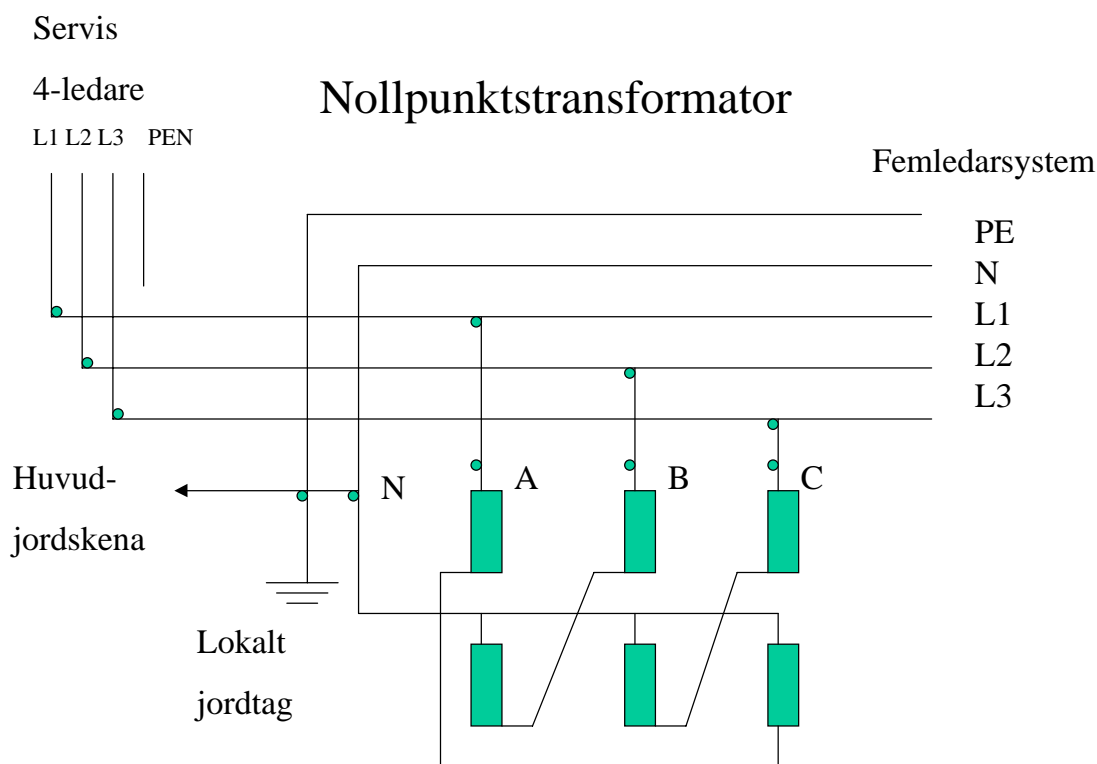
Det är numera tillåtet att komplettera huvudledningarna med ytterligare en ledare för att på så sätt få ett femledarsystem. Det är vanligen en ny neutralledare som installeras. Neutralledaren ska nämligen ha full isolationsnivå, något som den ursprungliga PEN-

ledaren vanligen inte har (ofta skärm i t ex FKKJ). Det finns idag knappast något utbud av fullisolerade (mantlade) enledarkablar, varför det kan vara ändamålsenligt att använda trefaskabel med parallellkopplade ledare. Ett krav är att den kompletterande ledaren ska dras intill tillhörande kabel, helst buntad. Detta är också nödvändigt för att man ska få ett lågt magnetfält.

### 3.2.6 Sugtransformator, nollpunkts- och fulltransformator

På både fyrledar och femledar servisledning, stigare och andra huvudledningar kan man montera så kallade sugtransformatorer. Detta är speciella järnkärnor som kan monteras på ledningarna. Genom denna åtgärd kan de vagabonderande strömmarna reduceras. Därmed reduceras även de sammanhängande magnetfälten och spänningsfallet i PEN-ledaren.

Vid höga krav kan man ordna en lokal nollpunkt i byggnadens elsystem med hjälp av en nollpunktstransformator. Denna är en Z-kopplad trefas spartransformator enligt figur nedan. Observera att inkommande PEN-ledare inte ansluts till byggnadens installation. Transformatorn dimensioneras för högsta förekommande obalansström, som delas lika av de tre faslindningarna.



Figur 3.2.6.1. Sparkopplad nollpunktstransformator

Ett ytterligare alternativ för att skapa en lokal nollpunkt för mer krävande installationer är att placera en fulltransformator i byggnaden. Den blir större till dimensionerna än en sparkopplad transformator, men ger full isolation. Den ger en dämpning av överlagrad hörfrekvens och transienter samt ett bättre åskskydd.

### **3.3 Kommunikationssystem**

#### ***3.3.1 Bakgrund***

Det stora intresset att introducera snabba kommunikationssystem populärt kallat bredband i våra fastigheter har till stor del varit fokuserats till begreppen kostnad och datahastighet. Det finns dock flera andra faktorer att ta hänsyn till vid uppbyggnad av nät. Detta avsnitt behandlar samordningen ett antal av dessa.

Det finns idag en medvetenhet om problemen med övertoner och vagabonderande strömmar i elinstallationerna och behovet av femledarsystem för att minska dessa strömmar. Däremot finns inte en medvetenhet om den ökande förekomsten av högfrekvenskomponenter i elnäten som kommer ifrån den allt snabbare kommunikationselektroniken och kraftelektroniken. Det saknas kunskap om att den nya tekniken också innebär krav på att de ledningsbundna näten särskilt i fastigheter måste anpassas inte bara för att klara utlovade prestanda utan också för att klara kraven på emission och immunitet (EMC).

#### ***3.3.2 Intag, terminering och jordning***

Det bör eftersträvas att all ledningsbunden kommunikation med fastigheten ska passera samma intag i fastigheten på samma ställe som alla övriga inkommande media- och ledningssystem. Vid detta intag sker dels en sammanbindning av de olika systemens nollplan (jord) samt eventuellt åskskydd (primärskydd). Dessutom sammanbinds denna jord vid intaget med fastighetens jordplan. De ska kopplas direkt eller via överspänningsskydd till fastighetens huvudjordskena. Jordplanet i en fastighet utgöres av byggstommen t.ex. armerad betong inklusive vattenlednings system, metallstativ o.s.v. Detta kan nyttjas för att erhålla potentialutjämning vid höga frekvenser.

I intaget eller termineringsrummet kan flera konkurrerande leverantörers ledningssystem mötas för överlämnande av signaler till fastighetens nät.

#### ***3.3.3 Integrering av ledningssystem***

De befintliga ledningssystemen i fastigheterna och i synnerhet elnätet är uppbyggt med tanke på att hantera lågfrekventa signaler. Detta måste man ha i åtanke vid ombyggnader särskilt med tanke på framtida uppgradering av kommunikations- och datasystem till allt högre frekvensområden. Dessutom påverkar de olika ledningssystemen i en fastighet varandra. Det är därför nödvändigt att göra en samplanering och en integrering av systemen för att säkerställa EMC och för att framtidssäkra investeringen.

#### ***3.3.4 Stjärnnät och galvanisk isolering av nätdelar***

Stjärnformade nät bör eftersträvas från intaget i huset, men även från abonnentens elcentral, tele och datacentral enligt bilden ovan. I möjligaste mån ska galvanisk isolation av signalledare användas vid överlämningspunkterna.

### **3.3.5 Kabelförläggning**

El-, tele- och datakommunikationsledningar, inklusive ledningar för fastighetens styr, och styrreglersystem, larm och övervakningssystem etc. bör förläggas i gemensamma kabelschakt och kabelkanaler. Dock med separation mellan kabelkategorier och med avseende på störningar och överspänningar. Kablar till sammanhörande installationer bör förläggas tillsammans oavsett om de är el- eller tele och dataledningar. Flera kabelschakt kan behövas för att skapa separation till särskilt störningsutsatta installationer

Ju högre frekvenser som ska hanteras desto viktigare blir kunskapen om jordning, skärmning och kabelförläggning för att klara kraven på emission, immunitet, (EMC). En ledare som befinner sig på ett avstånd från sitt jordplan har högre induktans än om ledaren befinner sig nära jordplanet. Detsamma gäller två enskilda ledares inbördes förhållande dvs. ju närmare de är varandra desto lägre är längsinduktansen.

### **3.3.6 Kommunikation på elkraftnät.**

Om elkraftnätet ska användas för kommunikation bör strålningen från ledningssystemet begränsas.

### **3.3.7 Kabel-TV-nät.**

Kabel-TV-nät utförda med koaxialkabel bör förses med galvanisk avskiljning åtminstone vid varje lägenhetsgräns men helst vid varje uttag i lägenhet. Efter den galvaniska avskiljningen jordas skärmen i fastighetens jordplan. Elmatning till eventuella förstärkare bör ske från samma plats där intaget till fastighetszonen sker, för att där arrangera åskskydd, skydd mot vagabonderande strömmar och eventuell reservkraftmatning. Stjärnnät bör eftersträvas. Ingen överbrygning mellan grenarna får ske utan galvanisk isolation.

### **3.3.8 Telefonnät.**

Avser man att använda höghastighetskommunikation med ADSL/VDSL-teknik på telenätet eller i fastighetens telenät bör tvinning, skärmning och motsvarande åtgärder övervägas. Detta både ur störnings- och strålningssynpunkt. Hänsyn måste tas till hur den galvaniska kopplingen är till övriga ledningssystem i fastigheten. Vid behov av åskskydd (överspänningsskydd ) ska hänsyn tas så att inte överspänning sprids i anläggningen via skyddsjorden eller andra ledningar. Åskskydd av telenätinstallationer ska ske vid fastighetens överlämningspunkt.

### **3.3.9 Datanät.**

Vid ledningssystem av koppar eller annan metall gäller att högre dataöverföringshastighet innebär ökad antennverkan (strålningsrisk ) och samma sak gäller vid ökade ledningslängder samt vid olämpligt val av kabelförläggning, och terminering. Valet av kabeltyp och förläggning måste ske med hänsyn till emission. Någon form av verifiering i fält av typinstallationer bör krävas och måste ske för att säkerställa att den emission, som erhålls kan accepteras. Därefter görs installationer utifrån denna typinstallation. Krav måste ställas på hur utrustning inklusive kund och

terminalutrustning får anslutas till fastighetens datanät beroende på vilken typ detta är, bl.a. angående elförsörjning, galvanisk isolation, jordning och åskskydd.

Protokoll över verifiering av föreslagen nätverksinstallation bör krävas av leverantör eller entreprenör. Jämförelseparametrar måste utarbetas

### **3.3.10 Rekommendationer vid nybyggnad.**

Femledarservis med alla inkommande mediasystem via samma intag ”intagsplåt” samtidigt med galvanisk avskiljning för data, TV, och telefon etc. rekommenderas. Potentialutjämning dvs. metallisk sammanbindning av alla byggnadsdelar och åskskydd ordnas i samband med intaget.

Ett galvanisk avskilt stjärnformat nät rekommenderas t.ex. med optofiber mellan intaget och till abonnenternas eller lägenheternas elmätare. Optofiberledaren kan med fördel följa kraftkabeln som kan vara en prioriterad eller särskilt sektionerad kraftmatning till lägenhetens kommunikationssystem och eventuella nödbelysning, se vidare avsnittet om reservkraft. Via denna särskilda matning kan drivspänning alternativt ev. avbrottsfri elförsörjning för den optoelektriska omvandlarenheten motsvarande hub samt för lägenhetens kommunikationsdatorer och nödbelysning anordnas. Från denna hub utgår ett stjärn nät av STP (alt optofiber som dock inte kan leverera drivspänning ) till all abonnentens utrustningar. All kommunikation mellan abonnentens utrustning ska ske genom det stjärnformade nätet och ej direkt mellan enheterna.

Den skärmade kabeln i lägenheten ansluts till skyddsjord i båda ändarna. Skyddsjorden bör anslutas till byggnadsstommen där det är möjligt att komma åt t.ex. vid lägenhetens elcentral. Med ett femledarsystem är inte vagabonderande strömmar något problem.

#### **3.3.10.1 Alternativ vid nybyggnad.**

Om en billigare lösning vid nybyggnad önskas så kan krav på femledarservis slopas. Det innebär dock en sämre möjlighet att hålla nere de vagabonderande strömmarna, samtidigt som det blir svårare att hålla nere de elektriska fälten. Som alternativ till femledarservis kan en fulltransformator eller nollpunktstransformator installeras vid servicentralen.

Optofiber ger både en snabb överföring utan läckage samtidigt som det ger en galvanisk isolation. Koaxialkabel som är rätt terminerad eller avslutad ger även ett lågt eller försumbart läckage, men kräver galvanisk isolation eller femledarsystem för att undvika vagabonderande strömmar.

#### **3.3.10.2 Rekommendationer vid ombyggnad.**

Ombyggnad till femledarservis med alla inkommande mediasystem kopplade till samma intagsplåt rekommenderas. Som alternativ till serviskabelbyte kan sugtransformator, nollpunktstransformator eller en fulltransformator installeras vid servicentralen. I samband med ”intagsplåten” anordnas galvanisk avskiljning för data TV telefon etc.. Så långt som det är möjligt ordnas potentialutjämning med metallisk sammanbindning av alla byggnadsdelar. Åskskydd ordnas i samband med intaget.

Kommunikationsnätet anordnas på samma sätt som vid nybyggnad.

### **3.3.10.3 Alternativ vid ombyggnad.**

Ett slopande av kravet på femledarsystem innebär på samma sätt som vid nybyggnad en sämre möjlighet att hålla nere de vagabonderande strömmarna, samtidigt som det försvåras att hålla nere de elektriska fälten.

## **3.4 Transientskydd**

Transientskydd och åskskydd erhålls med ett inledningsskydd tillsammans med ringledare, som bildar jordtag, och ytterligare kompletterat med tak- och nedledarsystem.

### **3.4.1 Inledningsskydd.**

#### **3.4.1.1 Huvudjordningsskena**

Alla inkommande ledningssystem dras in i byggnaden på ett gemensamt ställe. Huset förses med en huvudjordningsskena. Denna skena är husets spänningsreferens. Alla inkommande metalliska ledningar ska så effektivt som möjligt kopplas till denna skena via spänningsutjämnande element innan ledningen ifråga kopplas till apparat eller används på annat sätt. En förutsättning för en god spänningsutjämning är att samtliga system tas in till byggnaden intill varandra så att utjämningsledarna blir korta. Anslutningsledaren med eller utan överspänningskydd ska ha lägsta möjliga induktans.

#### **3.4.1.2 Spänningsutjämnande element**

Det spänningsutjämnande elementet ska bestå av en ledare, i vissa fall i serie med en avledarkomponent. Mellan huvudjordningsskenan och den anslutna ledaren uppkommer ett spänningsfall som beräknas:

$$U = R \cdot i + L \cdot \frac{di}{dt}$$

där U är spänningen över det spänningsutjämnande elementet [V]

R är resistans i aktiverad avledarkomponent och utjämningsledare [ohm]

L är längsinduktansen i aktiverad avledarkomponent och utjämningsledare [H]

di/dt är strömbranthet A/s.

Detta spänningsfall ska vara mindre än spänningshållfastheten hos ansluten utrustning. För att det ska vara möjligt ska all mediaförsörjning dras in i gemensam servisregion i byggnaden. En sådan servisregion kan bestå av ställverksrum, rum för telekorskoppling (KK) och antensystem, undercentral VVS; samtliga rum samlade på ett ställe.

Rörsystem som inte kan dras in på det gemensamma stället ska kopplas till husstommen eller byggnadsåskskyddet så att induktansen mellan rör och huvudjordningsskenan begränsas så mycket som möjligt.

### **3.4.2 Jordtag**

Byggnaden förses med ett jordtag i form av en ringledare, som förläggs runt huset och som ansluts till huvudjordningsskenan. Ledaren förläggs så att den fungerar som en infångningsledare för markurladdningar och så att risker för farlig steg- och beröringsspänning begränsas i tillräcklig mån..

### **3.4.3 Inslagsskydd**

Inslagsskyddet projekteras antingen enligt Svensk Standard SS 487 01 10 eller enligt Internationell standard IEC 61024.

#### **3.4.3.1 Takledarsystem**

Huset förses med ett takledarsystem så att alla takkanter och -ytor som bedöms kunna träffas av blixten har sådan dimensioner att blixtnslag kan ske utan skada inträffar.

#### **3.4.3.2 Nedledarsystem**

Huset förses med nedledare med den täthet som behövs för spänningsfallet mellan tak och mark ska begränsas så mycket att sidoinslag inte inträffar från åskskyddet och dess anslutna metalldelar till icke anslutna installationer.

#### **3.4.3.3 Jordtagssystem**

Byggnadsåskskyddets alla nedledare kopplas till den ringledare som redan förlagts. (Se punkt 2 Jordtag)

#### **3.4.3.4 Skyddsavstånd**

Mellan åskskyddsanslutna delar och inre installationer ska finnas ett skyddsavstånd som förhindrar sidoöverslag.

#### **3.4.3.5 Anslutningar**

Föremål vars avstånd från åskskyddsanslutna delar är mindre än det skyddsavstånd som framräknats måste anslutas till åskskyddet. Det får till följd att en viss del av blixtrömmen kommer att avledas via byggnadens installationer, vilket måste kunna ske utan att skador blir följden.

## **3.5 Jordplan/Zoner/EMC**

### **3.5.1 Jordplan**

Som en konsekvens av det ökande högfrekvensinnehållet i våra ledningssystem så kommer begreppet jordplan, på samma sätt som för kretskort, att få en allt större betydelse.

Detta innebär att vi får ta hänsyn till ledningsareor och ledningslängder på ett helt nytt sätt, speciellt för jordning och potentialutjämning.

Fastighetsstomme som består av elektriskt ledande material i homogent utförande eller i form av rutnät, kan anses bilda ett jordplan.

Ledningar som förläggs i fastigheter och där signaler transporteras, kan ge upphov till ett magnetiskt fält eller ett sammansatt elektromagnetiskt fält, antennverkan gentemot detta jordplan. Den strålade signalen kan vara ett elektriskt fält.

Det finns en uppenbar risk att de åtgärder som vi tillgriper för att undvika vagabonderande strömmar och korresponderande magnetfält ökar exponeringsmöjligheten för elektriska fält. Det som här avses är att metoden att isolera alla icke nödvändiga strömbanor och därigenom tvinga alla strömmar att följa den matande kabeln. Metoden innebär samtidigt att fastighetens stomme får en sämre koppling till kraftkablarna och kan därigenom ge upphov till elektriska fält speciellt vid höga frekvenser och långa ledningssystem.

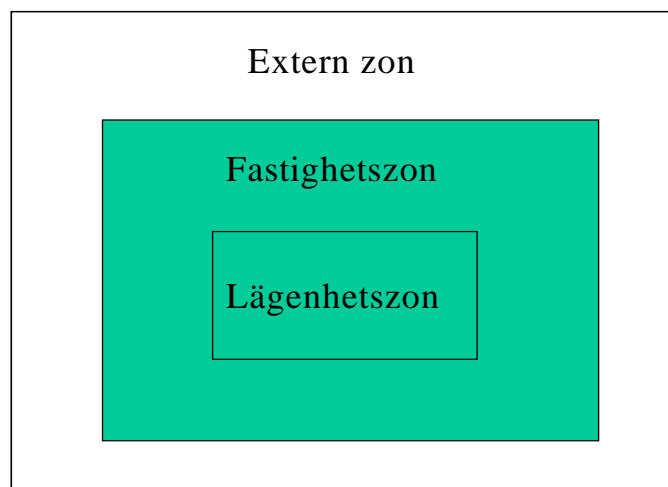
I en fastighet med blandat fyrledarsystem innebär detta i många fall att man får välja mellan exponering av, elektriskt eller magnetiskt fält. Denna problemställning visar sig vid val av kabeltyp. Valet sker idag, förutom från kostnadsaspekten, utifrån önskemålet att undvika vagabonderande strömmar eller andra störningar då skyddsjorden varit potentialsatt. Valet sker dock inte utifrån läckage i form av elektriska fält i den färdiga installationen då mätnormer saknas. I stort sett alla kabelsystem där skärm finns undviks (t.ex. STP och koaxialkabel), till förmån för oskärmade system eller system där skärmen enbart ansluts i en ände.

I ett balanserat och tvinnat system kan läckaget hanteras om alla delarna ingående i systemet upprätthåller tillräcklig kvalitetsnivå gällande tvinningstäthet, installation, balans osv. Detta torde enbart vara möjligt att erhålla om man har någon form av kontroll av hela signalkedjan, inklusive nätverkskort. Detta kan t.ex. uppnås genom specifikationer av alla ingående delar eller att någon äger och ansvarar för hela kedjan. Här kan man välja mellan ett störningståligt och robust nät, som är dyrare och ställer högre krav på fastighetsägaren och lägre krav på hyresgästen, och ett billigt nät för fastighetsägaren men som medför högre kostnader för hyresgästen och ställer högre krav på hans utrustning drift och underhåll.

### **3.5.2 Zoner**

En zonindelning (topologi) av ledningssystemet är lämpligt både för att erhålla isolation mot störningsspridning och för att minska ledningssystemens utbredning. Zonen startas med en galvanisk isolation gentemot omgivande zon i kombination med en anslutning till det lokala jordplanet tillhörande zonen. En zon ska inte vara större än att potentialen mellan ledningar och jordplanet är på en tillfredsställande låg nivå. Inom zonen ska näten vara stjärnformig utan tvärförbindningar om inte dessa kan utföras galvaniskt isolerade.





**Figur 3.5.2.1. Zonindelning**

Ett sätt att bygga en sådan zon för en lägenhet är att låta en optofiber leverera bredbandssignalen innehållande både data-, tele- och TV signalen och övrigt av kommunikation till lägenheten, lås, larm etc.. Vid lägenhetens elmätare sker övergång till metall-baserat ledningssystem i stjärnform. Elförsörjning och möjlighet till reservkraftmatning finns då vid ingång i zonen.

### **3.5.3 Verifiering av EMC och Elmiljö**

Verifiering av EMC sker idag enligt normerna enbart i laboratoriemiljö. Begreppet EMC (elektromagnetisk förenlighet) innebär emellertid inte enbart ett provningsförfarande i ett provrum. EMC innebär också god elmiljö och en samexistens i nätverk av en mångfald lika och olika tekniska utrustningar i verklig miljö ute i industri, kontor bostäder osv. Fastighetsägare och beställare bör specificera verifiering av EMC och Elmiljö för hela nätverk från ansvarig totalentreprenör så att användarna dvs. fastighetsägarna och hyresgästerna får EMC-säkrade installationer. Vid denna verifiering ska alla val som ansvarig konstruktör gjort kunna motiveras och därefter verifieras med mätningar.

Liksom på många andra områden så släpar verifieringsfasen för EMC och Elmiljö efter. Detta innebär en osäkerhetsfaktor beträffande resultatet för användarna och kunderna framför allt då antalet utrustningar som används ökar kraftigt.

EMC-krav är i första hand framtagna och utformade för att stödja köparna och användarna av teknisk utrustning. De krav som ställs på tillverkarna av olika utrustningar kan dock bli kraftlösa om installationen av all utrustning inte följs upp bl.a. genom mätning av emissionsnivåer. Det är därför väsentligt att krav angående verifiering av EMC ställs på en totalentreprenad av en nätinstallation. Dessa krav bör motsvara de som ställs på utrustningsleverantörer.

Väntar man till dess att utrustningarna inte fungerar tillsammans utan att störproblem i färdiga installationer uppstår, blir kostnaderna för åtgärder stora. Dessa kostnader kan i

värsta fall drabba fastighetsägaren och hyresgästen om inte bra avtal skrivs gentemot totalentreprenören. Ju större och genomgripande nätsatsningar som avses desto viktigare framstår behovet av att tänka igenom konsekvenser av störproblematiken.

## **3.6 ESD och EMF**

### **3.6.1 ESD**

I en ESD-säkrad byggnad får inte skadliga eller obehagliga statiska uppladdningar kunna uppstå.

#### **3.6.1.1 Materialval**

När olika slag av material slås samman och säras eller gnider mot varandra polariseras materialen så att en statisk spänning uppstår mellan materialen. Olika materialkombinationer är mer eller mindre benägna att polariseras. Genom att välja material begränsas uppladdningen.

#### **3.6.1.2 Avledning**

Uppladdning av material kompenseras av den resistiva avledning som finns i gränssytan mellan material. Genom att öka ledningsförmågan mellan olika material begränsas möjligheten att åstadkomma uppladdning.

Halvledande golvmaterial begränsar personuppladdningen. Men för att dra nytta av dessa golvmaterial krävs att personer bär skodon som också är halvledande.

### **3.6.2 EMF**

Man ska sträva efter att hålla nivån på elektriska och magnetiska fält så låg som möjligt enligt försiktighetsprincipen. Viss utrustning kan även störas av för höga nivåer. Tillämpning av försiktighetsprincipen föreslås med tillägg av specificerade värden. Se vidare avsnittet om elektromagnetiska fält punkt 5.4. i Beskrivning av ämnesområdet.

## **3.7 Reservkraft och batteri-backup**

I fastigheter med omfattande elektroniska installationer med kommunikations-, och datasystem, för lås, larm, övervakning, driftstyrning, etc. finnas ofta reservkraft eller batteri-backup redan installerad antingen för enskilda system eller för delar av fastighetens elförsörjning eller för hela fastigheten. Vid nybyggnad och ombyggnad bör det av beredskaps och säkerhetsskäl installeras eller förberedas för installation av reservkraft. Analyser gjorda bland annat på Överstyrelsen för Civilberedskap (ÖCB) visar att de eleffektbehov som erfordras för att hålla igång en fastighets nödbelysning, värmesystem (oljebrännare och cirkulationspumpar) samt elektronik och kommunikationsinstallationer är låga. Även en stor hyresfastighet klarar sig med endast några kW väl mindre än 5 – 10 kW effekt.

I kontorsfastigheter med verksamhetskritiska datorsystem förekommer det redan idag att elinstallationen är sektionerad så att det till datarum och i arbetsrum finns särskilda eluttag för datakraft. I framtidens bostadsfastigheter med omfattande

elektronikinstallationer torde en sådan sektionering vara till stor nytta. Vid nybyggnation och vid ombyggnad av elinstallationerna är en sådan sektionering inte någon stor extra kostnad när man ändå gör en ny elinstallation eller gör omdragningar och ombyggnader av elcentraler och elkabling. Till en sådan prioriterad elinstallation med begränsad effektkapacitet kan fastighetens verksamhetskritiska system och belastningar kopplas. Dessa system är data- och kommunikationssystem säkerhets och övervakningssystem, på fastigheten installerade radiobasstationer, oljebrännare, cirkulationspumpar och nödbelysning etc.

I allmänhet är dessa belastningar 1-faslaster och i de flesta fall är 3 fas inte nödvändigt för att täcka reservkraftbehov. Fastigheten kan då enkelt anslutas till ett litet transportabelt nödaggregat och hållas igång under eventuella krissituationer och längre elavbrott.

Fastighetens elcentral för prioriterad kraft eller reservkraft bör förses med kontaktdon för inkoppling av reservkraft.

## 4 Slutsatser

Den beskrivning av ämnesområdet som här föreligger tillsammans med de rekommendationer som görs i avsnittet om upphandling av projektering har mottagits väl av beställarkretsen vid ett seminarium den 28 januari 2000.

Vid seminariet framhölls att rekommendationerna måste betraktas som ett utkast och bearbetas vidare samt provas i praktisk verklighet innan den kan utges för användning i stor skala. BOLAB som är huvudintressent har projekt som snart skall startas där de föreslagna rekommendationerna kan provas.

Genom att följa de rekommendationer som här ges vill arbetsgruppen framhålla att tre positiva effekter kan uppnås:

- Dels uppnås ett stabilt så kallat nollplan i fastigheten vilket ger en god tålighet mot transienter och är en god förutsättning för stabil och störningsfri drift av både elsystem och kommunikationssystem.
- Dels uppnås låga nivåer på egengenererad EMF-strålning från apparater, el, tele och datanät som installeras inne i byggnaden.
- Dels uppnås en vis skärmningseffekt och dämpning av utifrån kommande EMF strålning genom den struktur av metalliska ledningar, rör och byggnadselement som skapas. Denna struktur bildar ett skärmande metalliskt nätverk och kan liknas vid en partiell Faradays bur.

Faradays bur är i sin enklaste form en åskledare eller ett åskskyddssystem för en byggnad och i sin mest kvalificerade form en helt plåtklädd byggnad eller rum utan luckor fönster eller dörrar, som utestänger all elektromagnetisk strålning. I området mellan dessa två ytterligheter finns möjlighet att använda olika täta metallnätbeklädnader för att uppnå den dämpande effekt som erhålls av Faradays bur. Ju tätare nät man använder desto högre frekvenser kan utestängas eller dämpas. Beroende på behov och byggnadsändamål kan, genom systematisk och strukturerad användning av standard byggelement och infrastrukturer, olika nivåer av täthet och Faradays bureffekt skapas. Uppslagsverket Nationalencyklopedin definierar Faradays bur på följande sätt: ”Rum som avskärmats från elektriska fält i omgivningen med hjälp av ett elektriskt ledande hölje. För vissa ändamål kan ett metalltrådsnät eller ännu glesare nät vara tillräckligt, t.ex. som åskledare eller skydd mot avlysning”.

Denna dämpande effekt samt reduktionen av vagabonderande strömmar jämfört med vanliga elinstallationer bör kartläggas vid praktiska utvärderingar av de förslag till rekommendationer som arbetsgruppen utarbetat.

Vid ett strömavbrott kan viktiga funktioner i en fastighet med bredbandsinstallation såsom telefon, portlås, larmsystem, fjärrövervakad hemsjukvård, nød- och utrymningsbelysning, värme, styr- och reglersystem osv. upphöra att fungera. De boendes beroende av störningsfri funktion i bredbandsinstallationen ökar alltmer eftersom nästan all service och kommunikation lämnas genom detta datoriserade system. Bredbandssystemets viktiga funktioner behöver nødström eller reservkraft vid

strömavbrott. Genom samordning av olika behov av nödström och reservkraft torde fastighetsägaren kunna sänka sina kostnader, öka tillgängligheten, samt mot ersättning även kunna erbjuda hyresgästerna reservkraft som en tilläggservice. En genomgång och optimering av nuvarande och framtida status för nödström och reservkraft i fastigheter bör utföras.

#### **4.1 Förslag till fortsättnings- och uppföljningsprojekt**

- En förenklad framställning av rekommendationerna i en broschyr med de viktigaste rekommendationerna av ”kokboks-karaktär” som en rekommendation från elbranschen till byggbranschen.
- Uppföljande och jämförande studier av EMF-nivåer i vanliga hus respektive hus vars elsystem, jordning och transientskydd har byggts efter rekommendationerna i detta dokument.
- Uppföljande och jämförande mätningar av vagabonderande strömmar i vanliga hus respektive hus vars elsystem, jordning och transientskydd har byggts efter rekommendationerna i detta dokument.
- Kartläggning och utredning av nuvarande och framtida behov av nödström och reservkraft för olika tekniska installationer i bostadsfastigheter och kontorsfastigheter. Teknisk och ekonomisk optimering och utvärdering av eventuella samordningsvinster vid installation av ett gemensamt nödströms eller reservkraftssystem för bostadsfastigheter och kontorsfastigheter.



## Bilagor





## A Ordförklaringar

### **Balansering**

De två signalledarna har alltid olika potential gentemot jordplanet. När den ena är positiv så är den andra negativ. Därigenom minskar det utstrålade elektriska fältet. Hur mycket som fältet begränsas beror på hur bra balanseringen är utförd.

### **Fyr- och femledarsystem**

Det allmänna distributionsnätet och de flesta fastigheters servisledningar (huvudledningar) är ett fyrledarsystem där nolledare och skyddsledare (N- och PE-ledare) är gemensamma (kallas PEN-ledare). Valet gjordes för länge sedan då lasterna i huvudsak bestod av glödlampor, motståndselement och trefasanslutna ostyrda elmotorer. Det ökande intresset att använda stora enfaslaster, styrda laster, energibesparande och viktbesparande lösningar innebär att ett fyrledarsystem är mindre lämpligt som distributionssystem för elkraft, detta syns bl.a. genom en ökning av de vagabonderande strömmarna.

Ett femledarsystem innebär att nolledare och skyddsledare (N- och PE-ledare) är helt separerade ända från den sista krafttransformatorn där också anslutning till jordtag sker.

### **Koaxialkabel**

En koaxiell ledning (koaxialkabel) med tät skärm har vid rätt terminering (anpassning) inget läckage detta bl.a. genom den radiella symmetrin.

### **Optokabel**

Kabel med ljus som förmedlare av information ger förutom hög informationshastighet även en galvanisk isolation.

### **Optisk isolation**

Galvanisk isolation genom användning av ljus

### **Skyddsjordning**

Jordning av utsatt del till skydd mot för hög spänning.

### **Skyddsjordning av bildskärmar**

Bildskärmar ansluts till jordade uttag av två anledningar, elsäkerhet och låga elektriska fält.

### **Skyddsjordsledare (PE)**

Ledare för anslutning av utsatt del, som – vare sig den är ansluten till systemets neutralpunkt eller ej – uteslutande är avsedd för skyddsjordning.

### **Skärmning**

Med skärm kan emission begränsas och immunitet förbättras. En skärm som ska fungera vid höga frekvenser ska jordas vid båda ändarna bl.a. beroende på skärmens längsinduktans. Vid låga frekvenser behöver enbart den ena änden jordas för att inte vagabonderande strömmar ska medföra problem. Vid bra utförd femledarsystem kan

vagabonderande strömmar helt undvikas.

### **STP**

Skärmd tvinnad kabel, balanserad överföring

### **Sugtransformator**

En transformator med fyra lika lindningar, en för vardera fasen samt en för neutralledaren. Transformatorn strävar efter amperevarvsbalans, vilket medför att all fram och returström går i kabeln. En spänning som motverkar spänningsfallet i PEN-ledaren induceras, vilket kraftigt reducerar vagabonderande strömmar. Lindningen består vanligen av kabeln själv, för grövre dimensioner endast ett varv, för klenare dimensioner flera varv.

### **Tvinning**

Genom att tvinna två ledare kan den magnetiska överhörningen på en kopparkabel minskas men tvinningen måste vara tillräckligt tät eller brant i förhållande till den överförda frekvensen samt sändar- och mottagarändarna måste termineras, avslutas, på ett bra sätt.

### **UTP**

Oskärmd tvinnad kabel, med balanserad överföring

### **Vagabonderande strömmar**

Del av ström i neutralledaren, som vid sammankopplingspunkten mellan skyddsledare och neutralledare i gruppcentralen, leds till andra jordade system via skyddsledaren till apparater, som har ledande förbindelse med dessa system (t ex cirkulationspumpar, varmvattenberedare och dylikt).

# **ELFORSK**

SVENSKA ELFÖRETAGENS FORSKNINGS- OCH UTVECKLINGS - ELFORSK - AB  
Elforsk AB, 101 53 Stockholm. Besöksadress: Olof Palmes Gata 31  
Telefon: 08-677 2530. Telefax 08-677 2535  
[www.elforsk.se](http://www.elforsk.se)