



Elnätskommunikation

En teknisk marknadsrapport

Förord

PTS hanterar idag frågor inom ett stort antal teknikområden, såsom telefoni, Internet och radio. Utveckling sker på flera plan inom dessa teknikområden, och en stor mängd rapporter publiceras varje år med de senaste utvecklingsstegen. För att öka myndighetens kompetens inom dessa nya områden, efterfrågades emellertid en mer grundläggande, översiktlig beskrivning av nya tekniker som berör PTS verksamhet.

Ett område som utvecklats mycket i tekniskt hänseende under de senaste fem åren är elnätskommunikation. Denna rapport sammanställer nuläget vad gäller teknik och marknad, samt ger vissa indikationer om den fortsatta utvecklingen. Rapporten baseras i första hand på allmänt tillgängliga källor samt bidrag från konferenser.

Rapporten har utarbetats av Karin Johansson.

Stockholm i november 2003

Nils Gunnar Billinger
Generaldirektör

Innehåll

Sammanfattning	3
Summary	5
1 Inledning	7
2 Bakgrund	7
2.1 Elnätens uppbyggnad	7
2.2 Historik	8
3 PLC – översikt.....	10
3.1 Hur fungerar det?	10
3.2 Räckvidd	11
3.3 PLC som inomhuslösning	12
3.4 Överföringskapacitet.....	14
3.5 Kostnader	14
3.6 Störningar	15
3.7 Lagen om elektronisk kommunikation.....	19
4 Framtida teknikutveckling	20
4.1 Kommunikation över mellanspänning	20
4.2 Överföringshastigheter	21
4.3 Alternativa tekniker för elnätsinnehavare.....	22
4.4 Tjänster	23
5 Leverantörer av utrustning.....	24
5.1 Ileva (Sverige)	24
5.2 Main.net Communications (Israel)	25
5.3 Ascom (Schweiz)	26
5.4 DS2 (Spanien).....	27
5.5 Current Technologies (USA).....	27
5.6 Amperion (USA)	28
5.7 Xeline (Korea)	29
6 Operatörer	30
6.1 Sydkraft	30
6.2 Gotlands energi	30
6.3 Skånska energi.....	30
6.4 Vype (Tyskland – Mannheim)	31
6.5 Linz AG (Österrike – Linz)	31
6.6 Priser för PLC-abonnemang.....	31
7 Referenser och länkar.....	33
7.1 Leverantörer.....	33
7.2 Operatörer	33
7.3 Organisationer.....	34

Sammanfattning

Trots att elnätssammanfattning rimligen vore ett attraktivt alternativ till xDSL och fiber för bredbandsaccess är det mycket få elbolag som satsat på denna accessform. Det finns flera skäl till detta, bland annat brister i räckvidden, vilket gjorde att de första pilotprojekten inte föll väl ut. Dessutom saknas idag en internationell standard, vilket bland annat medfört att produkterna inte blivit tillräckligt överkomliga i pris, samt att normer för störning inte är etablerade. Det senare kan leda till att en elleverantör som satsat på bredband via elnätet kan sitta med ett antal oanvändbara elnätssammanfattning, om produkterna inte visar sig klara krav på skadlig radiostrålning.

Nu är en standard under framtagning, flera leverantörer finns på marknaden med etablerade produkter, ett antal testinstallationer finns både i Sverige och ute i Europa, vilket sammantaget gör att marknadspotentialen för elnätssammanfattning förbättrats avsevärt. Det förblir emellertid en öppen fråga om marknadsfönstret har stängt i och med att xDSL fått ett alltför stort försprång.



Figur 1. Surfa via eluttaget - Bild från n-tv.de (www.nt-v.de)

Summary

Despite the fact that Power Line Communication (PLC) ought to be an attractive alternative to xDSL and fibre for broadband access to the Internet, it is a technology explored by very few power companies. There are a number of reasons for this, where one is the coverage problem that affected the pioneering PLC providers. The technology was not mature enough to offer the range that the utilities and manufacturers promised the market. The absence of a harmonized standard, regulating the emission levels allowed from PLC equipment is yet another problem area. Without such a standard, power companies investing in power line communication could end up with a large stock of modems unusable to customers, thus jeopardizing the entire venture. An international standard would also imply a larger market, thus enabling lower end user prices.

Work on a harmonized standard is however ongoing. A number of vendors are present on the market with mature products and a number of test installations are available in Sweden as well as on the European continent. These factors all together make the market potential for power line communication much more promising than earlier. However, it is still an open question whether the window of opportunity has closed for PLC as xDSL has reached a significant market penetration and hence has captured the market.

1 Inledning

Elnätskommunikation innebär att elnätet används för mer än bara energiöverföring. Fördelarna med denna accessform jämfört med andra bredbandsnät är uppenbara – infrastrukturen finns ju redan på plats.

Denna tekniska marknadsrapport ger en kort genomgång av tekniken, marknaden och framtida utveckling på området. För den intresserade läsaren finns ett par faktarutor på grå botten – dessa rutor kan uteslutas för den som enbart söker en övergripande förståelse av tekniken.

2 Bakgrund

2.1 Elnätens uppbyggnad

Elnätet består av stamnät samt regionala och lokala nät. Totalt är det svenska elnätet 47 000 mil långt (10 varv runt jorden), varav ungefär hälften är luftledningar och hälften kabel. De respektive näten har olika ägare. Totalt finns drygt 200 elnätsägare i Sverige.



Figur 2. Elnätets beståndsdelar - Bild från Svensk Energi

För att sätta elnätets struktur i ett mer välbekant perspektiv kan en jämförelse göras mot IT-infrastrukturen i Sverige och telefonnätet, se tabellen nedan.

Elnät	IT Infrastruktur	Telefonnät
Stamnät	Stamnät	Regionalt transportnät
Regionalt nät	Ortssammanbindande nät	Distributionsnät
Lokalt nät	Områdesnät	Accessnät

Det är det lokala nätet, och då specifikt lågspänningsledningarna som är av intresse för bredbandskommunikation. Även på mellanspänningsnivå pågår standardisering av produkter för elnätskommunikation, men i stort sett inga kommersiella produkter finns ännu framtagna, se mer i avsnitten om framtida utveckling.

Faktaruta: Det svenska elnätets uppbyggnad och ägare

Det nationella stamnätet ägs av affärsverket Svenska Kraftnät. Nätet kan ses som motorvägar för elkraften, och spänningsnivån är 220 kV eller 400 kV. Till stamnätet hör även ca 150 transformator- och kopplingsstationer som behövs för att knyta ihop nätet.

De regionala näten ägs av ett fåtal företag, däribland Fortum (tidigare Birka Energi), Vattenfall, Sydkraft och Gräninge. De har i regel också en egen stor elproduktion. Spänningsnivån i regionnäten varierar mellan 10 kV och 130 kV.

Lokalnäten ägs av det elnätsföretag som har områdeskoncession för det aktuella området. Exempel på lokala elbolag är Sollentuna Energi, Borås Energi och Öresundskraft. Samtliga dessa elbolag betjänar endast en kommun eller ett mindre område.

Lokalnäten består av två delar. Den första delen utgörs av de nät som har en driftspänning av 10 alternativt 20 kV, vilket kallas ***mellanspänning***.

Mellanspänningsnäten leder efter några mils sträckning fram till olika lokala transformatorstationer där spänningen transformeras ner till 400 V (***lågspänning***). Från dessa mätstationer matas elen ut i de lågspänningsledningar som distribuerar elen till de slutliga el-användarna. Längden på dessa ledningar är upp till cirka 500 meter.

2.2 Historik

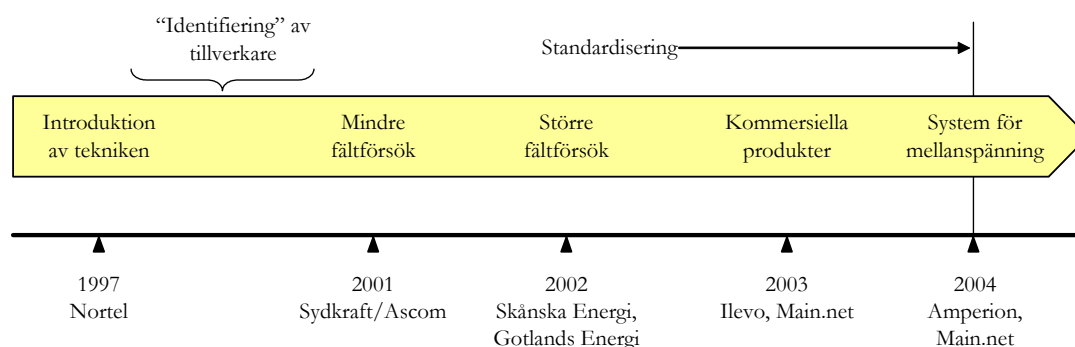
Tekniken att använda elnätet för kommunikation är inget nytt. Elnätskommunikation har använts av energibranschen sedan 1930-talet för att styra och övervaka elnät och kraftstationer. Det som är nytt är att tekniken under senare år utvecklats till en kommersiell produkt som anpassats för bredbandskommunikation för hushåll och företag.

Elnätskommunikation, eller PLC-teknik, såsom den ser ut idag, presenterades för första gången på en mäsas i Amsterdam 1997. Det var Nortel¹ som tillsammans med ett energibolag, United Utilities, tagit fram ett testsystem för bredbandskommunikation över elnätet i Manchester, England. Nätet gick under arbetsnamnet Nor.Web och företaget rapporterade bittakter på 1 Mbps².

Siemens och Ericsson drog också igång forskning inom elnätskommunikation, men alla tre telekomleverantörerna (Nortel, Siemens och Ericsson) lade ganska snabbt ner sin utveckling på området.

I maj 2000 avknoppades Ericssons försöksverksamhet som ett eget bolag, Ilevo³.

Under 2001 tog flera leverantörer fram testutrustning och genomförde fältförsök, dock utan någon större kommersiell spridning. De första kommersiella försöken i Sverige, med slutkunder, startade under vintern 2001/2002 bland annat av Sydkraft som erbjöd delad kapacitet på 2 Mbps. På grund av räckviddsproblem har emellertid Sydkraft ändrat fokus och har nu dragit ner sina ambitioner vad gäller utbyggnadstakt⁴. I gengäld har Skånska Energi gjort en större satsning på området sedan december 2002 och Gotlands energi, GEAB, erbjuder även de bredband till sina elnätskunder. Ingen av operatörerna har dock några större installationer idag.



Figur 3. PLC – den moderna historiken. Källa: Per Wigren, Carl Bro

¹ Kanadensisk telekommunikationsleverantör

² ”The final connection” EEI, Electric Perspectives, Juli 2001

³ Källa: www.ilevo.com

⁴ ”Bredband i elnätet stöter på hinder”, Computer Sweden, nr 13, 2001

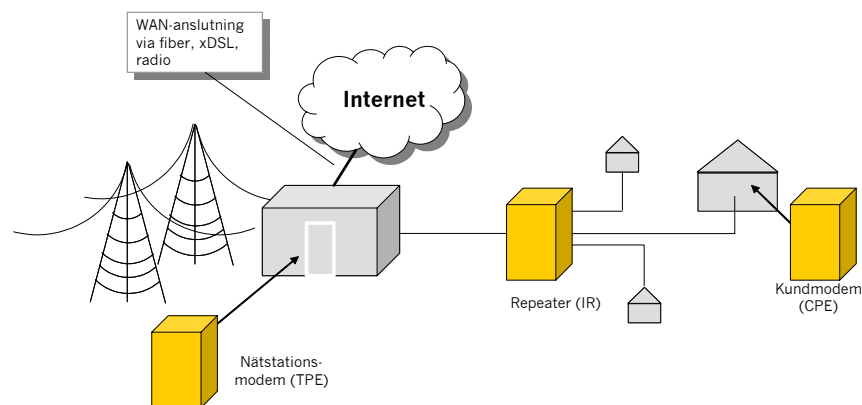
3 PLC – översikt

3.1 Hur fungerar det?

För att ansluta en fastighet till elnätet för Internetaccess krävs ett elnätsmodem mellan datorn och eluttaget, och ett modem i den transformatorstation som hushållet är anslutet till, se Figur 4 nedan.

Modemet i transformatorstationen kan betjäna flera hushåll, och överföringskapaciteten delas mellan alla användare som är anslutna till samma transformatorstation.

Transformatorstationen ansluts till en ISP för vidare anslutning till Internet med optisk fiber eller med någon DSL-anslutning, vilket är en betydande kostnad och en flaskhals idag. Inom ett par år förväntas dock även elnätskommunikation över mellanspänning vara standardiserad, vilket gör att flera abonnenter kan anslutas direkt från elnätet till Internet – något som givetvis gör tekniken ännu mer intressant för elkraftsdistributörerna. Se även avsnittet om framtida utveckling.

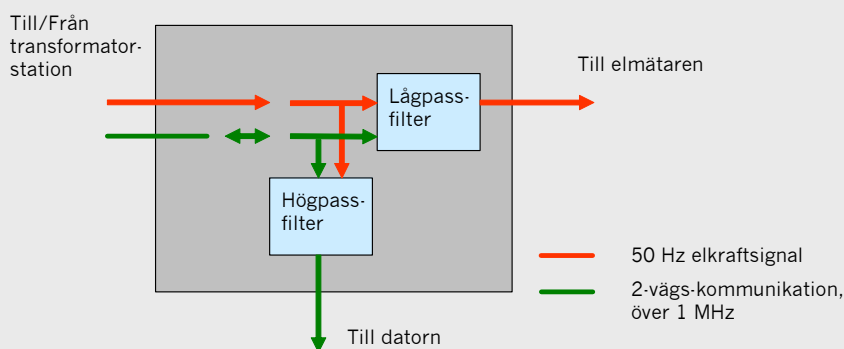


Figur 4. Schematisk nätbild för elnätskommunikation (fritt efter Ileva)

Faktaruta: Mer detaljer runt PLC-tekniken

Elledningar kan användas för att överföra dels lågfrekventa signaler på 50-60 Hz, dels högfrekventa signaler över 1 MHz. Genom att utnyttja filtrering kan de lägre frekvenserna bära själva eleffekten (energin), medan de högre frekvenserna kan användas för dataöverföring. Principen visas i figuren nedan.

Den inkommande signalen, som innehåller både lågfrekvent elenergi och högfrekvent bredbandsinformation passerar två filter. De lägre frekvenserna, som också bär huvuddelen av energin, går till elmätaren, och sedan vidare till de elektriska apparater som finns i hushållet. Den högfrekventa delen går istället genom ett högpasfilter, som spärrar 50 Hz-signalen, och leds därefter vidare till datorn eller motsvarande terminal (även telefoni kan erhållas via elnätet, se mer om detta i avsnittet om tjänster).



Figur 5. Schematisk bild över ingången till ett elnätsmodem

3.2 Räckvidd

Vilken räckvidd behövs för att elnätskommunikation ska fungera som ett alternativ till andra bredbandslösningar, såsom ADSL, kabel-TV och fiber-LAN?

Som tidigare beskrivits används elnätskommunikation som en ”last-mile-access”, det vill säga mellan transformatorstationen och hushållen. I Sverige är avståndet mellan hushållen och nätstationen ett par hundra meter, och varje station ansluter 50-300 kunder⁵.

⁵ ”Nytt bredband i elnätet”, Ny Teknik, 2000-10-20

Räckvidden för elnätmodemen beror till stor del på vald teknik, men de flesta leverantörer erbjuder idag produkter som klarar räckvidder på 450 meter⁶. Detta skulle innebära att i stort sett alla Sveriges hushåll kan få bredbandsanslutning via elnätet.

Sydkraft, som var tidigt ute, la ner sin satsning på elnätskommunikation till enfamiljshus på grund av att räckvidden var för dålig (första generationens elnätmodem från schweiziska Ascom)⁷. Istället satsar Sydkraft numera enbart på elnätskommunikation till flerfamiljshus, där fastighetens elnät används som ett LAN⁸, medan anslutningen fram till fastigheten görs med telenät (xDSL) eller med fiber.

För att få upp räckvidden ytterligare kan repeatrar, vilka i princip fungerar som förstärkare, användas mellan nätstationen och fastigheterna. De mer avancerade repeatrarna fungerar även som routers, det vill säga de packar upp IP-paketet, avkodar och felrättar eventuella fel, analyserar adressinformationen, och skickar paketet vidare. Main.net använder i stor utsträckning repeatrar i sina system, se vidare avsnittet om leverantörer.

3.3 PLC som inomhuslösning

Räckvidden är en klar begränsning för PLC-tekniken, liksom risken för störande strålning, vilket beskrivs i ett separat avsnitt. Ett sätt att komma runt dessa två problem, i varje fall i stor utsträckning, är att använda PLC som en ren inomhuslösning, utan vidare koppling mot elnätet.

Praktiskt innebär detta att ett hushåll kan bygga sitt eget hemnätverk med PLC, men använda konventionell accessteknik, det vill säga fiber, xDSL eller kabel-TV för anslutning till en ISP eller annan bredbandsleverantör. Fördelen för hushållen är att antalet nät i fastigheten kan reduceras, genom att användaren slipper dra ett separat bredbandsnät. Nackdelen med tekniken är snarast att marknaden är stängd för elnätsbolagen, då de inte längre erbjuder tjänsten till kunden, för såvitt de inte erbjuder fiber eller annan access till hemmet.

En nackdel med PLC som ren inomhuslösning är att tekniken inte är standardiserad, och att det lokala elnätmodemet kan orsaka **nedsmutsning** av själva elnätet, **bakåt** från hushållet till transformatorstationen.

I USA är PLC som inomhuslösning en tämligen väl etablerad produkt. Utrustningen för att koppla ihop två datorer via elnätet i en fastighet kostar mindre än 50 dollar⁹. Bandbredden är upp till 14 Mbps. Däremot har tekniken inte spridit sig till Europa än, men det är antagligen bara en tidsfråga innan regleringsmyndigheter i Europa får anledning att se över EMC-krav för PLC-utrustning även här.

⁶ "Elnätet klarar 10 Mbit/s", Elektroniktidningen 2002-05-13

⁷ "Bredband i eljacket stöter på hinder", Computer Sweden nr 136, 2001

⁸ Local Area Network (lokalt nätverk)

⁹ Källa: www.howstuffworks.com

I USA marknadsförs produkter för inomhus-PLC via intresseorganisationen HomePlug Powerline Alliance.



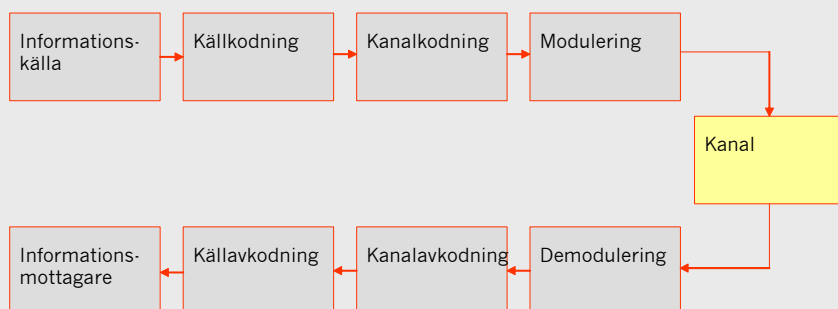
Figur 6. Varunärke/logotyp för HomePlug Powerline Association

Fakta: Digitala kommunikationssystem

Varje digitalt kommunikationssystem är i princip uppbyggt som figuren nedan visar. Målsättning är att överföra digital information, en ström av ettor och nollor, över en kanal med brus, med så hög bithastighet som möjligt.

Signalen genereras i en informationskälla, vilket kan vara ljud eller bild. Källkodning innebär att informationen komprimeras för att minska antalet överförda bitar. I kanalkodaren tillförs kontrollbitar som används för att detektera eller korrigera eventuella bitfel på kanalen. Slutligen moduleras signalen på en bärvåg med en viss frekvens.

I mottagaren sker det omvända förfarandet. Signalen demoduleras, det vill säga bärvågen plockas bort, därefter kanalkodas signalen och bitfel korrigeras eller detekteras. Vid felupptäckt begär mottagaren omsändning av informationen. Slutligen avkodas själva informationen, vilket innebär att ettorna och nollorna åter får representera bokstäver, siffror eller annan information.



Figur 7. Digitalt kommunikationssystem - översikt

Eftersom PLC är ett digitalt kommunikationssystem, består även det av stegen ovan, men kanalen är här inte en fiber eller en kopparledning. En av de stora svårigheterna med elnätskommunikation är att kanalen inte är väl definierad. Faktum är att varje enskild länk från transformatorstationen ut till hushållen är en specifik kanal med specifik karakteristik och kvalitet.

3.4 Överföringskapacitet

Dagens system har en överföringskapacitet på 10 Mbps, i gynnsamma fall upp till 45 Mbps¹⁰. Notera att dessa överföringshastigheter indikerar total hastighet, det vill säga exempelvis 27 Mbps nedströms och resterande 18 Mbps uppströms.

Kapaciteten är delad mellan samtliga användare, och empiriska försök har visat att varje användare uppfattar sig erhålla ungefär en tredjedel av den maximala kapaciteten, vilket skulle innebära mellan 3 och 15 Mbps per användare.

3.5 Kostnader

På grund av bristande standardisering, se även separat avsnitt, saknas idag en massmarknad för elnätskommunikation. Avsaknaden av massmarknad gör att antalet leverantörer är förhållandevis litet, vilket i sin tur leder till en högre prisnivå, på grund av bristande konkurrens. Dessutom leder en liten marknad till att de höga initiala kostnaderna för forskning och utveckling måste bäras av färre försålda enheter, vilket gör att prisnivån måste hållas uppe för att företaget skall ha någon form av lönsamhet (ett fenomen som ofta beskrivs som *economy of scale*).

Ett elnätmodem för hushållen kostar idag (maj 2003) ca tre tusen kronor¹¹. Till detta kommer det mottagande modemmet i nätstationen, vilket kostar cirka 25 000 kronor. Anslutning till stadsnätet för vidare koppling till en ISP kostar ungefär lika mycket och dessutom tillkommer en kostnad för eventuella repeatrar (tre till fyra repeatrar per nätstation) för 5 000 kronor styck.

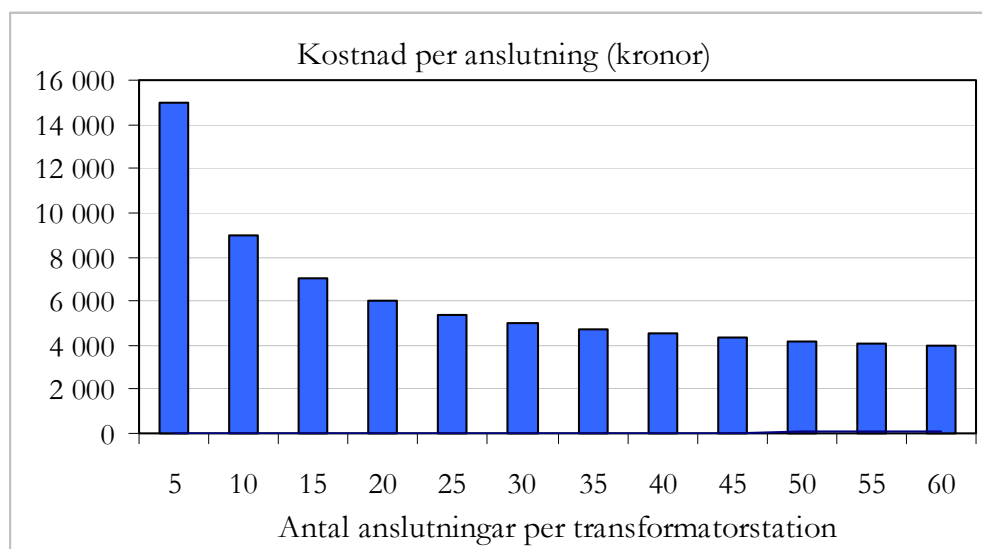
Den mer eller mindre fasta kostnaden per nätstation blir således cirka 60 000 kronor, vilket leder till att kostnaden per installation i allra högsta grad beror av anslutningsgraden. Med 10 anslutningar per nätstation blir kostnaden per anslutning, inklusive kundmodem, runt 9 000 kronor. Skånska Energi som lanserar bredband via elnätet under våren 2003 räknar i sina kalkyler med en kostnad på cirka 12 000 kronor per anslutning¹².

Grafen nedan visar hur anslutningskostnaden per hushåll varierar med antalet anslutna abonnenter per nätstation. En av de stora fördelarna med tekniken, ur ett ekonomiskt perspektiv, är trots allt ändå småskaligheten. En installation till ett litet antal kunder, det vill säga färre än hundra, leder inte till alltför tunga belastningar på balansräkningen, vilket kan motivera flera elnätsägare att experimentera med tekniken.

¹⁰ Källa: www.jlevo.se (press release 2002-11-13)

¹¹ Per Wigren, Carl Bro konsult, Seminarium 2003-05-08

¹² "Bredband i elnätet ska konkurrera med ADSL", Ny Teknik, 2002-11-19



Figur 8. Kostnad per anslutning som funktion av totala antalet anslutningar i en nätstation

För slutkunden skiljer sig inte prissättningen av bredbandsaccess via PLC från andra typer av fasta accesser. Samtliga elbolag som erbjuder bredband via elnätet debiterar en fast månadsavgift plus en engångsavgift för installationen. Mer detaljerad information om aktuell prissättning återfinns i avsnittet om operatörer.

3.6 Störningar

När elnätskommunikation beskrivs nämns ofta störningar som ett stort problem. Störningarna är dock av två helt skilda slag. Det ena störningsproblemet är att elnätskommunikationen i sig stör annan elektromagnetisk kommunikation, i realiteten radiosignaler av olika slag, eftersom PLC använder frekvenser i radiospektrat. Det andra störningsproblemet rör det faktum att överföringskanalen, det vill säga elledningen, inte är väl definierad ur ett elektriskt och magnetiskt perspektiv, vilket försämrar själva överföringen och därmed möjligheten till hög bittakt för en given bandbredd.

3.6.1 Elektromagnetisk kompatibilitet

Det största problemområdet för PLC och antagligen ett av de främsta skälen till att det inte har nått några större framgångar är att systemen inte är störsäkra. Anledningen till detta är att de vanliga elkablar som finns i fastigheterna inte är utformade för att överföra kommunikationssignaler, i och med att de inte är skärmade som koaxialkablar.

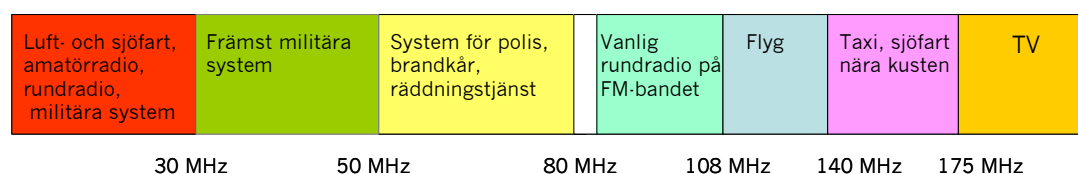
Problemet med störningar från PLC är att det inte finns någon standard att luta sig mot, som reglerar acceptabel störnivå. Istället faller PLC idag under EMC-direktivet, vilket ställer krav på att utrustningen inte skall orsaka skadlig strålning, men som inte i detalj specificerar acceptabla störnivåer.

För att upprätta en standard för PLC och även för all annan kabelbunden kommunikation, såsom xDSL och kabel-TV, har EU-kommissionen uppdragit åt Cenelec¹³ och ETSI att utarbeta en ny standard.

Hitintills har flera tillverkare och myndigheter använt den tyska standarden NB30 som måttstock, som även den omfattar all slags telekommunikation genom eller utmed alla slags elledningar i frekvensområdet 9 kHz till 3 GHz. NB30 innehåller dock gränsvärden för störning som inte uppfylls av samtliga elnätprodukter, speciellt inte de med hög bandbredd. France Telecom gjorde 2001 en undersökning som visade att ADSL låg minst 6 dB under gränsvärdet medan PLC-systemet låg minst 20 dB över¹⁴.

NB30 är i sig redan det en kompromiss mellan radioindustrins¹⁵ krav på låg störning från kabelbunden kommunikation (inklusive PLC) och elkraftsindustrins krav på höga gränsvärden, som möjliggör höga bandbredder till acceptabel kostnad. Att ta fram utrustning för elnätkommunikation som ligger långt under gränsvärdena i NB30 är nämligen ingen omöjlighet, men det är förenligt med högre kostnader i form av exempelvis mer avancerade filter.

Fördelen med NB30 är att det är en robust standard, som är applicerad på en stor mängd radioutrustning. Nackdelen är att störnivåerna baseras på fältmätningar, vilket ger tolkningsproblem, se faktaruta. För att hitta fram till en ny kompromisslösning, som inte bygger på NB30 arbetar därför ETSI/Cenelec på ett förslag som istället baseras på en tidigare produktstandard¹⁶ där störnivån för högre frekvenser ligger över störnivån i NB30. Förslaget är framtaget för att om möjligt undvika en alltför lång standardiseringsprocess, då ingen av parterna, det vill säga varken radioindustrin eller kraftindustrin, kan acceptera NB30 som standard. Ett förslag till ny standard väntas under våren 2004 för nationell omröstning. Standardiseringsgruppen strävar efter att den nya standarden kan ska kunna fastställas i slutet av 2004¹⁷.



Figur 9. Frekvensspektrums användning. PLC ligger i intervallet 1,6 - 30 MHz

¹³ European Committee for Electro technical Standardization.

¹⁴ "EU-standard blockerar bredband via elnätet", Elektroniktidningen, 2002-02-13

¹⁵ Både leverantörer och operatörer, såsom BBC, SVT etc.

¹⁶ CISPR 22 / EN55022

¹⁷ Källa: Ronald Storrs, PTS

En grupp som berörs direkt av för höga störningsnivåer från bredbandsöverföring via elnätet är andra radioanvändare i samma frekvensband som PLC, det vill säga bland annat utlandsprogram för rundradio, militär användning samt säkerhetsrelaterade frekvenser för flygtrafik och sjöfart. Även radioamatörer, som skickar kortvågssändningar över hela världen använder frekvenser i frekvensområdet upp till 30 MHz.

Det israeliska företaget Main.net Communications har utvecklat en teknik för bredband i elnätet som baseras på att operatörerna installerar repeatrar i nätet som förstärker signalen mellan transformatorstationen och hushållen¹⁸. Genom att använda repeatrar kan signalnivåerna hållas på en lägre nivå än normalt, vilket leder till lägre strålningsnivåer, säger Main.net i ett pressmeddelande. Nackdelen med repeatrar är dock att kostnaden för nätet ökar, samt att bandbredden minskar väsentligt, i varje fall om repeatern bygger på ett tidsdelat system.

Faktaruta: Om fältmätningar och vågutbredning

NB30 baseras, som tidigare beskrivits, på fältmätningar. Detta ställer till problem då bakgrundsfältet varierar kraftigt. En produkt som uppvisar ett visst elektriskt och magnetiskt fält på Birger Jarlsgatan i Stockholm kan således uppvisa helt andra resultat på landsbygden i Toscana. Å andra sidan är fältmätningar den enda relevanta mätmetoden, då den visar vad produkten egentligen får för påverkan på omgivningen.

Problemet med mätmetoderna i NB30 är att där sker inte bara fältmätningar, utan också en omräkning mellan det magnetiska fältet till ett elektriskt fält. Denna omvandling är inte rent tekniskt stringent, vilket försvårar tolkningen av mätningarna. Som botemedel har därför standardiseringskommittén föreslagit att den nya standarden skall baseras på ett rent magnetfältsvärde, utan omräkning.

Ytterligare ett problem med störningarna från PLC är att det råder särskilda vågutbredningsförhållanden inom frekvensbandet upp till 30 MHz, vilket gör att radiostörningarna är svåra att bedöma. Orsaken till detta är att störningarna kan uppträda på stora avstånd från det sändande nätet på grund av reflekterande rymdvågor. Dessutom är de sammanlagda effekterna vid stora koncentrationer av PLC-användning svåra att beräkna eller uppskatta.

¹⁸ ”Färre störningar med repeatrar”, Computer Sweden, nr 11, 2003,

3.6.2 Elnätets påverkan på kommunikationen

Den andra aspekten på störtålighet med PLC är att kommunikationen i sig störs av det omgivande elektriska och magnetiska fältet.

Kvaliteten på all typ av överföring beror huvudsakligen på brusnivån vid mottagaren och dämpning av signalen för olika frekvenser. Problemet med just elnätskommunikation är att störningar som brus och dämpning genereras av laster som är kopplade till nätet. Laster i det här sammanhanget är olika elektriska apparater, såsom vitvaror och hushållsapparater av olika slag. I synnerhet luftkonditionering sägs vara en svår störkälla¹⁹.

Faktaruta: Elnätet som kommunikationskanal

Eftersom avståndet mellan transformatorstation och hushåll varierar inom ett område, och antalet och typen av elektrisk apparatur i hemmet varierar, blir varje länk mellan station och hushåll en egen kanal, med olika kvalitet. Det betyder att motståndet på de olika länkarna varierar.

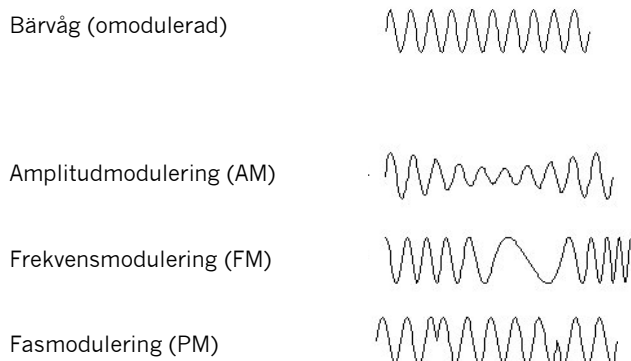
Normalt matchas impedansen (motståndet) på kabeln med sändaren, så att användandet av en 50 ohms kabel motsvaras av en 50 ohms sändare.

Effekten av dåligt matchade impedanser är att signalen dämpas. Vid elnätskommunikation varierar dessutom inte kanalens karakteristik enbart mellan olika länkar utan också över tiden. Den kan variera mellan några tusendels ohm till flera tusen ohm beroende på vilka laster som finns och hur de är anslutna till elnätet¹. En lösning på tidsvariationerna är att använda filter och adaptiva metoder, en teknik som bland annat Ilevo använder sig av.

En adaptiv metod går ut på att sändare och mottagare anpassar sig till den aktuella kanalens egenskaper för att få ett så effektivt utnyttjande av denna som möjligt. En metod är att man använder sig av en känd testsekvens för att estimerar, det vill säga bedöma, kanalens karakteristik.

Ett sätt att öka signalens störtålighet är att välja en robust modulationsform. Modulation innebär att informationen representeras av amplituds-, frekvens- och/eller fasändringar av en bärvåg, se bilden nedan.

¹⁹ ”The final connection” EEI, Electric Perspectives, Juli 2001



Figur 10. Modulationsmetoder (analoga)

Faktaruta: Modulation för elnätsskommunikation

Den modulationsteknik som används för elnätsskommunikation är vanligen av typen OFDM, vilket står för Orthogonal Frequency Division Multiplex. Fördelen med denna metod är att den tillgängliga bandbredden W delas in i flera små frekvensband W_1, W_2, \dots, W_n . Om tillräckligt små delband används är dämpningen och fasförskjutningen relativt konstant inom delbandet, vilket ökar störtåligheten. I varje delband används sedan en moduleringsmetod (ofta AM) för att överföra informationen. Om ett delband har dålig kanalkvalitet, på grund av exempelvis radiosändningar, behöver detta delband ej användas vid avkodningen. På så sätt fås en robust modulationsteknik.

Om man ska göra någon form av analogi, kan OFDM kan närmast liknas vid frekvenshoppning i ett mobilsystem, för den som är bekant med GSM-systemet

3.7 Lagen om elektronisk kommunikation

En angelägen fråga att besvara är huruvida elnätsskommunikation omfattas av det nya regelverket, det vill säga av lagen om elektronisk kommunikation. I förarbetena²⁰ rekommenderar utredarna att PLC skall ingå i lagen – de skriver att de inte ”finner skäl att föreslå en avvikande reglering beträffande elnät som används för elektronisk kommunikation”. Å andra sidan står det i lagen²¹ att denna omfattar elektroniska kommunikationsnät, vilka definieras som nät vilka helt eller huvudsakligen används för att tillhandahålla allmänt tillgängliga elektroniska kommunikationstjänster. Då elnätet först och främst är avsett att bära elenergi till användarna, kan nätet inte sägas användas huvudsakligen för kommunikation, och borde således inte omfattas av lagen.

²⁰ SOU 2002:60, sid 411

²¹ Regeringens proposition 2002/03:110, sid 11

PTS inställning för närvarande är emellertid att elnätskommunikation omfattas av lagen, vilket också står det i de EU-direktiv som använts som mönster för den nya lagen.

En vidare fråga är då om detta i sin tur innebär att elnätskommunikation bör omfattas av samtrafikslagstiftning samt om elnätsägarna skall kunna åläggas skyldigheter till samlokalisering och tillträde till nät enligt LLUB-förordningen. Att införa krav på tillträde för elnät, på samma sätt som gjorts för telefonnätet, kan dock leda till att elnätskommunikation som företeelse stryps i sin linda. Tvingas elnätsägarna upplåta sina nät till andra aktörer, kan incitamentet att pröva en ny teknik med okänt affärsvärde, försvinna i ett mycket tidigt skede. Likaså ställer samlokalisering och tillträde stora krav vad gäller elsäkerhetskunnande hos de inblandade parterna. Skyldigheterna att erbjuda tillträde kan innebära att energiföretagen tvingas lämna *fysiskt tillträde* till sina starkströmsanläggningar, vilket är underkastat säkerhetskrav i bland annat ellagen och Elsäkerhetsverkets föreskrifter. Att helt likställa elnätskommunikation med övrig elektronisk kommunikation, ur alla aspekter, kan således få svåröverskådliga konsekvenser.

4 Framtida teknikutveckling

4.1 Kommunikation över mellanspänning

Mellanspänningsnätet har av många inom branschen setts som den felande länken för elnätskommunikationen. Genom att överföra informationen via elnätet från transformatorstationen till närmaste högre nivå i eldistributionskedjan kan antalet anslutningspunkter till stamnätet reduceras avsevärt, och elbolagen får också kontroll över en större del av överföringsnätet.

I USA är intresset för elnät på mellanspänningsnivå mycket mer intressant, då elnätet där ser annorlunda ut än i Europa. Istället för att som här ansluta ett hundratal kunder till en transformatorstation, matas en handfull hushåll från en väsentligt mindre nätstation, vanligen monterad i en lyktstolpe²².

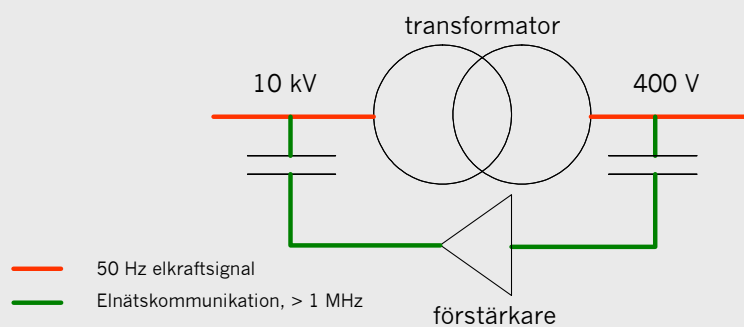
Två amerikanska elbolag, Ameren i Mississippi och PPNL i Pennsylvania, med tillsammans 2,9 miljoner abonnenter, planerar nu att införa elnätskommunikation på mellanspänningsnätet, där upp till några tusen abonnenter är anslutna till samma transformatorstation. Fyra systemleverantörer genomför tekniska prov, där två av leverantörerna dessutom kombinerar PLC med WLAN för den lokala distributionen.

²² Jämför microbasstationer för mobilkommunikation

Faktaruta: Elnätskommunikation över mellanspänningsnätet

Ett av problemen med att använda även mellanspänningsnätet (10 kV) för PLC är förekomsten av transformatorer. En transformator fungerar i realiteten som ett mycket väldefinierat filter, som i det aktuella fallet filtrerar ut 50 Hz-signalen, och klipper bort alla övertoner. Nackdelen med detta för elnätskommunikation är uppenbar; även den informationsbärande signalen klipps följaktligen bort i transformatorn.

Metoden för att undvika detta är att bygga en slags brygga förbi transformatorn, som figuren nedan visar.



Figur 11. Förbikoppling av PLC i transformatorstation

4.2 Överföringshastigheter

Som tidigare nämnts erbjuds idag överföringshastigheter på 10 Mbps, och i gynnsamma fall ända upp till 45 Mbps. I båda fallen är det delad kapacitet som erbjuds, det vill säga tillgänglig överföringskapacitet för samtliga kunder anslutna till ett och samma modem i transformatorstationen.

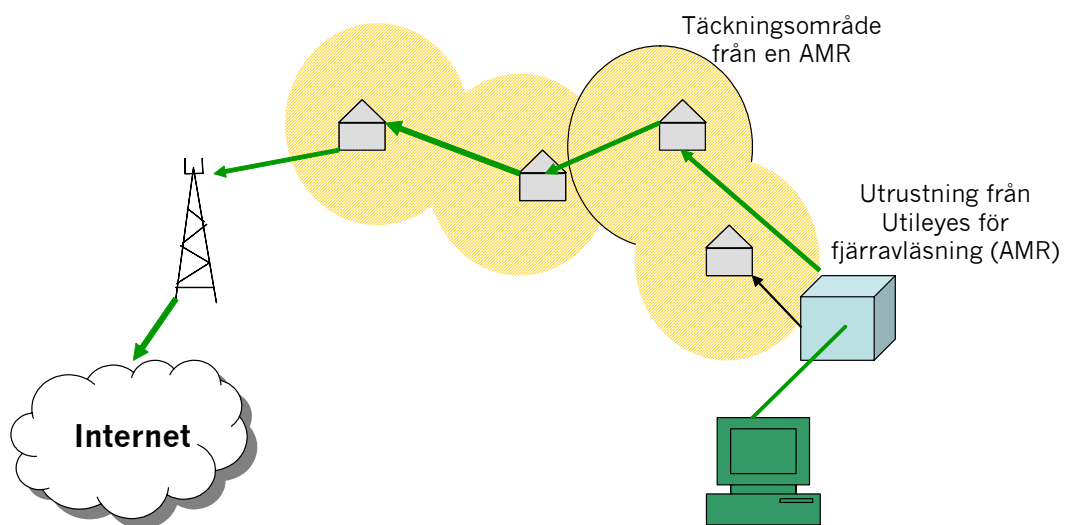
Enligt Per Wigren på Carl Bro är elektroniska kretsar, så kallade chip-sets, för överföringshastigheter högre än 100 Mbps under utveckling för lansering under 2003. Ileva har också visat en prototyp som klarar bittakter av den storleksordningen²³. Priser och volymer på kommersiella produkter baserade på dessa kretsar är emellertid osäkert. Klart är dock att en omfattande utveckling sker på området.

²³ ”3000 hushåll får bredband via elnätet”, Ny Teknik, 2001-09-26

4.3 Alternativa tekniker för elnätsinnehavare

Det finns andra alternativ för elbolag som vill erbjuda sina kunder access till Internet. Ett vanligt sådant alternativ är att dra fiber till fastigheterna, men Malmöföretaget Utileyes vill istället koppla ihop automatiska elmätare (AMR, Automatic Meter Reading) i ett trådlöst nät, där Internettrafik, telefoni och data från elmätaren överförs trådlöst från elmätare till elmätare innan de når en central basstation. Det är alltså inte längre tal om kommunikation över elnätet, utan snarare en form av trådlöst LAN.

Boxen från Utileyes arbetar med samma radioteknik som surfpunkter och trådlösa datanät på kontor, vilket innebär att det inte finns några licenskrav. Överföringshastigheten beräknas till ca 2 Mbps och genom att informationen skickas från hushåll till hushåll kan antalet centrala basstationer vara litet. Totalt menar Utileyes att en stad av Malmös storlek endast skulle kräva ett tiotal centrala basstationer, och att avståndet mellan en basstation och den mest avlägsna hushållsboxen kan vara cirka tre mil. Nackdelen med tekniken är att det krävs att det sitter en box i nästan varje hem, eftersom den kundplacerade utrustningen är informationsbärare i systemet. Om boxarna installeras av den lokala elkraftsdistributören för elmätaravläsning är detta emellertid inte ett oöverstigligt krav.



Figur 12. Användning av boxar för fjärravläsning av elmätare som ett cellulärt system

4.4 Tjänster

4.4.1 Telefoni

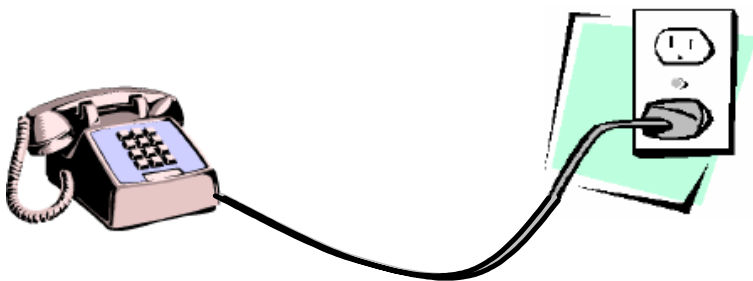
Telefoni via elnätet erbjuds även det i mindre skala idag, och är ett intressant utvecklingsområde. Main.net erbjuder två olika alternativ för telefoni över elnätet, där det första är en lösning för ”utvecklade länder” medan det andra alternativet vänder sig till utvecklingsländer.

I det första fallet används Internetplattformen som bärare för IP-telefonin, vilket innebär att hushållen antingen kan avsluta sitt abonnemang hos den etablerade teleoperatören alternativt erhålla en andra telefonlinje till hemmet. Även mer sofistikerade tjänster såsom *unified messaging*, konferenssamtal och så vidare erbjuds via Main.nets systemlösning. I stort sett kan detta ses som en form av IP-telefoni, där överföringen i detta specifika fall sker med elnätet som bärare i stället för ett fiber-LAN eller ett annat mer traditionellt bredbandsnät.

För utvecklingsländer erbjuds istället en lösning med enbart telefoni, där elnätet används istället för kopparnätet för anslutning av hushållens telefoner. Telefonapparaten är i detta fall av vanlig analog typ, och dessa ansluts till elnätsmodemet med vanliga telefonsladdar.

I tredje världen är telefonpenetrationen mycket låg. Att dra kopparbaserade telefonledningar till byar och mindre samhällen är besvärligt och förenligt med stora investeringskostnader. Däremot är byarna i många fall elektrifierade, vilket innebär att telefoni via elnätet innebär en stor kostnadsbesparing. Ingen grävning av nya kablar, ingen ny infrastruktur och inte heller ledningsdragnings i bostäder krävs för att erbjuda telefoni till stora grupper av människor.

Main.net redovisar dessvärre inga siffror i form av antal installationer på sin hemsida, men marknaden är stor. Brasilien, till exempel, har 176 miljoner invånare. Endast 17 procent av hushållen har telefon, men däremot 93 procent av hushållen har elektricitet²⁴.



Figur 13. Genom elnätskommunikation kan hushåll i utvecklingsländer få IP-telefoni, tidigare än vanlig telefoni

²⁴ ”Koppla upp dig via dit eluttag”, Aftonbladet, 2002-08-19

4.4.2 Fjärravläsning av elmätare

Många PLC-leverantörer hoppas att lagen om automatisk avläsning av elförbrukningen hos villaägare²⁵ kommer att inverka positivt på användning av elnätskommunikation. Sveriges elnätsägare har visserligen sex år på sig att installera cirka fem miljoner fjärravlästa elmätare, men förhoppningen är att elbolagen skall välja att installera elnätsmodem i samband med utrustning för el-avläsningen, och på så sätt slå två flugor i en smäll. Det som talar emot en sådan utveckling är emellertid att el-avläsningen kan lösas med system som använder väsentligt lägre bittakt och därigenom bandbredd, vilket innebär att potentialen inte är fullt så stor som leverantörerna kanske skulle önskat.

5 Leverantörer av utrustning

Enligt den svenska tillverkaren Ilevo finns det ett 100-tal företag runt om i världen som arbetar med produkter inom elnätskommunikation. Det är emellertid inte alla som har hela produktsortimentet, från den kundplacerade utrustningen till den utrustning som köps av kraftbolagen. Bland de mest kända finns, förutom Ilevo, israeliska Main.net, schweiziska Ascom och amerikanska Amperion.

5.1 Ilevo (Sverige)



Ilevo är som tidigare nämnts en avknoppning från Ericsson, med kontor i Karlstad. De utvecklar såväl kundplacerad utrustning (CPE²⁶), centralenhet för transformatorstationen (TPE²⁷) och repeatrar (IR²⁸).

Själva säger Ilevo att deras teknik erbjuder högre kapacitet bland annat genom användning av en ny typ av modulationsteknik. Tekniken som är patenterad kallas HeimHornTM och exakt vad den gör för att öka räckvidden vill företaget av sekretessskäl inte beskriva i detalj. Det nämns emellertid att utrustningen kontinuerligt känner av hur nätet ser ut, och anpassar modulationen till det²⁹, följaktligen någon form av adaptiv metod.

Antalet kundmodem som kan anslutas till en centralenhet i transformatorstation är högt, närmare bestämt 63 stycken. Den överföringskapacitet som erbjuds är 45 Mbps asymmetriskt eller 36 Mbps symmetriskt delad kapacitet.

²⁵ Lag antagen av Riksdagen 11 juni 2003

²⁶ Customer Premises Equipment

²⁷ Transformer Premises Equipment

²⁸ Intermediate Repeater

²⁹ "Elnätet klarar 10 Mbps", Elektroniktidningen 2002-05-13

Ilevo har ett tiotal elbolag som kunder i Norden, Europa och Asien³⁰. En av de större installationerna är Skånska Energi, se även avsnittet nedan om operatörer.

5.2 Main.net Communications (Israel)



Main.nets produkter baseras på användningen av repeatrar i nätet, vilka fungerar som en slags router. På det sättet kan signalnivåerna hållas på en lägre nivå, vilket skall ge lägre störningsnivåer. Dessutom blir räckvidden längre, eftersom repeatrarna fungerar som förstärkare³¹. Det är dock intressant att notera att medan Ilevo framför avsaknaden av behov av repeatrar som en fördel, framhäver Main.net repeatrarna som en tillgång.

Överföringskapaciteten i Main.nets system uppges vara 1.8 Mbps delad kapacitet, det vill säga ganska låga hastigheter³². Nästa generations system sägs ha fem gånger högre kapacitet, vilket skulle innebära 9 Mbps – fortfarande tämligen modesta bittakter.

Main.net har ett fyrtiotal installationer i 15 länder. I Sverige används företagets produkter i Gotlands Energis nät. En annan större installation är Mannheim i Tyskland där 3 000 kunder använder tekniken.

Main.net har också produkter för mellanspänningssystem för den amerikanska marknaden, bland annat är företaget med i upphandlingen av system till elbolagen Ameren och PPNL i USA³³. Företaget säger sig ha en egen lösning av hur den digitala informationen ska kunna passera transformatorerna. Tekniken som används är att mjukvarumässigt dela upp informationen i små paket som kan passera genom transformatorn och sedan läggas ihop till en bitström igen. Hur detta går till när transformatorn fungerar som ett filter är emellertid oklart. Main.net skriver att tekniken att gå genom transformatorn är billigare och mer effektivt än att gå runt transformatorn som övriga leverantörer gör.

³⁰ "Super-bredband i vägguttag", Nya Wermlands-Tidningen, 2002-11-13

³¹ "Färre störningar med repeatrar", Computer Sweden, nr 11 2003

³² "PPL test broadband Internet service", mcall.com, 2003-04-27

³³ "Många av USAs elbolag satsar på bredband via elnätet", Elektroniktidningen, 2003-05-06

5.3 Ascom (Schweiz)



Ascoms system för PLC bygger på två oberoende delar; en för inomhusbruk, i vilket ingår hushållsmodemen, och en för utomhusbruk, vari ingår den transformatorplacerade utrustningen. Mellan de båda systemen finns en så kallad ”bridge”, som enkelt uttryckt ansluter inomhussystemet till elnätet. Fördelen med denna uppdelning är att varje fastighet i princip får sitt eget LAN, mellan eluttagen. Det innebär att trafik mellan exempelvis en PC och en skrivare inte lastar ner utomhussystemet, utan bara genererar intern trafik. Detta är givetvis en större fördel för flerfamiljshus och institutioner än för villor.

Ascom säger sig ha löst problem med störningar genom att använda variabel uteffekt som justeras automatiskt³⁴, återigen en form av adaptiv teknik. En annan produktgenskap är att realtidsdata, såsom tal och video har prioritet över exempelvis filöverföring, vilket sägs förbättra kundupplevelsen.

Överföringskapaciteten är 4,5 Mbps delad kapacitet, och räckvidden ligger runt 400 meter.

I Sverige har Ascom levererat de första elnätsmodemen till Sydkraft, som emellertid lagt ner sin satsning. Vidare har Ascom levererat utrustning till 160 skolor i Düsseldorf, som kopplas upp med PLC-teknik av det lokala elbolaget. Dessutom har Ascom levererat ett större antal modem till ett elbolag i Schweiz (EEF), till Saragoza i Spanien, samt till Lina.net på Island.

³⁴ www.ascom.com

5.4 DS2 (Spanien)



DS2, där namnet står för Design of Systems on Silicon, är ett ledande företag inom PLC, främst genom sin utveckling av så kallade chipsets, det vill säga de integrerade kretsarna som innehåller själva elektroniken och signalbehandlingen för elnätmodemen. Företaget har också ett antal patent inom området som man säljer till leverantörer av telekommunikationsutrustning såväl som routrar.

DS2 säljer således inga egna modem, utan erbjuder sina chipsets som ett byggblock till företag som Ilevo och Ascom för implementering i deras elnätprodukter. Bandbredden som erbjuds av DS2 är samma som för Ilevo, det vill säga 45 Mbps.

5.5 Current Technologies (USA)



Current Technologies har sin egen proprietära lösning både för lågspänningsnätet och för mellanspänningsnätet. Eftersom marknaden i första hand är USA, har företaget inte produkter som lämpar sig för de långa avstånd på lågspänning som används i Europa, utan snarare mindre installationer för en handfull abonnenter.

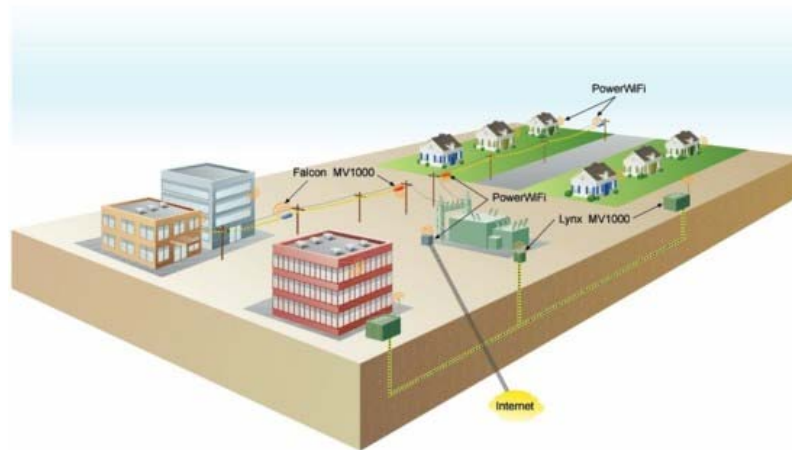
Current har installerat utrustning hos Pepco (District of Columbia och Maryland) och Cinergy (Ohio, Indiana, Kentucky). Cinergy genomför för närvarande en pilotstudie med 75 uppkopplade hushåll, och skall under hösten 2003 bestämma sig för om produkten skall erbjudas samtliga abonnenter i täckningsområdet³⁵.

³⁵ "Cinergy ventures in electrical broadband test", WKRC, 2003-04-23

5.6 Amperion (USA)



Amperion skiljer sig från de andra leverantörerna på så sätt att de inte har några egna accessprodukter, det vill säga produkter för lågspänningsnätet eller kundplacerad utrustning, utan positionerar sig enbart på marknaden för mellanspänningsnätet, med kraftbolagen som kunder. För att nå slutkunderna kombineras mellanspänningssystemet med en WLAN-lösning (802.11b), vilket tillsammans kallas **PowerWiFi™access**.



Figur 14. Amperions system kombinerar elnätssammanikation över mellanspänning med WLAN-access

Amperion har ett testsystem i Raleigh, North Carolina, tillsammans med elbolaget Process Energy. Räckvidden längs med elledningarna sägs vara 800 meter, innan repeatrar behöver introduceras. Till detta kommer sedan räckvidden via WLAN-systemet. Bandbredden kan regleras individuellt till varje användare, och maximal bittakt är 18 Mbps delad kapacitet.

5.7 Xeline (Korea)



Xelines teknik bygger på OFDM³⁶-modulation och har precis som Ilevio en dynamisk reglering av kanalen för att undvika brus och störningar. Räckvidden är 300 – 400 meter, och produkterna har bittakter upp till 19 Mbps delad kapacitet. Däremot är anslutningskapaciteten lägre än för flera av de andra leverantörerna; endast tio kunder kan anslutas till samma nätstationsutrustning. Detta medför en lägre risk vad gäller initial investering, men beroende på prisnivå kan det också innebära en högre kostnad per anslutning.

Xeline har ett strategiskt samarbete med Samsung Electronics om uppkoppling av hushållsmaskiner såsom kylskåp, mikrovågsugnar och anläggningar för luftkonditionering. Xeline tar fram elnätmodemet som sätts in i Samsungs elapparater. Kapacitetsbehovet för dessa tillämpningar beskrivs som låg, och modemerna kommer initialt endast att använda bittakter på 100 kbps³⁷.

Xelines viktigaste marknader, förutom Korea, är Kina (Beijing och Sichuan), Australien och Tyskland.

³⁶ Orthogonal Frequency Division Multiplex, se även separat faktaruta om modulation

³⁷ www.xeline.com, pressrelease 2002-03-28

6 Operatörer

6.1 Sydkraft

Sydkraft var som tidigare beskrivits, en av pionjärerna inom PLC i Sverige. Numera marknadsförs emellertid inte elnätskommunikation som en egen tjänst till hushåll, utan Sydkraft säger sig istället erbjuda bredbandsuppkoppling med den teknik som är mest lämplig för den aktuella adressen. För individuella anslutningar erbjuds i första hand ADSL. För gruppanslutning, det vill säga boende i flerfamiljshus, där flera hushåll anmäler sig som kunder samtidigt, kan kunderna emellertid specificera att det är just elnätsanslutning de är intresserade av.

Den bittakt som erbjuds är 0,5 Mbps.

6.2 Gotlands energi

Gotlands energi erbjuder elnätskommunikation under varumärket Enkom. Till skillnad från Sydkraft marknadsför Enkom sin elnätsprodukt som en egen tjänst, och de har ingen annan bredbandsanslutning på produktprogrammet.

Totalt har 5500 kunder hos Gotlands energi möjlighet att ansluta sig till Enkoms nät. Det är kunder som är kopplade till vissa utvalda transformatorstationer i Visby, Vibble, Slite, Klintehamn och Hemse. Enligt hemsidan säger Enkom att nya områden ska kopplas på när tekniken medger och när tillräckligt antal kunder anmält sitt intresse och tecknat avtal.

Enkom specificerar inte bittakten närmare, utan säger sig endast leverera delad kapacitet, vilken balanseras så att kunden alltid skall erhålla mellan 200 och 400 kbps³⁸. Produkterna som används är från Main.net.

6.3 Skånska energi

Skånska energi genomför under våren 2003 ett större test av PLC i sitt nät i Södra Sandby strax utanför Lund. Som mest har Skånska Energi haft cirka 100 kunder i systemet och fyra nätstationer. Produkterna levereras av Ilevo och i testet ingår även produkter för mellanspänningsnätet.

Om försöket faller väl ut skall Skånska Energi under hösten ta ställning till en lansering av systemet i flera orter i Skåne.

³⁸ www.enkom.nu, frågor och svar om Enkom

Till skillnad från Enkom och Sydkraft inkluderar inte månadsavgiften hemsidor och e-post, men det är tjänster som sägs ska erbjudas i framtiden, liksom högre bittakter (upp till 10 Mbps)³⁹. Överföringskapaciteten idag är 2 Mbps delad kapacitet.

6.4 Vype (Tyskland – Mannheim)

Vype, som ägs av elbolaget MVV Energi AG, lanserade sitt elnätssystem i Mannheim redan i juli 2001. Utrustningen levereras från Main.net. Ingen information om antalet kunder finns specificerade på Vypes hemsida, men i en artikel från CNN i mars 2002⁴⁰ uppges 1 600 kunder vara anslutna till systemet. Main.net själva säger att så mycket som 3 000 av totalt 75 000 möjliga kunder använder systemet⁴¹.

6.5 Linz AG (Österrike – Linz)

Linz AG, det vill säga elbolaget i staden Linz i Österrike, erbjuder Internetaccess via elnätet under varumärket SpeedWeb. Även här kommer utrustningen från israeliska Main.net. Lanseringen skedde i maj 2002, men ingen officiell information om antalet användare har presenterats. Bittakten som erbjuds är endast 375 kbps.

6.6 Priser för PLC-abonnemang

Prissättningen av PLC-abonnemang skiljer sig inte från den som används för andra former av bredbandsanslutning. Kunden betalar en anslutningsavgift, och en fast månadsavgift. I vissa fall ingår elnätsmodemet i anslutningsavgiften, medan det i andra fall debiteras separat. Månadsavgiften är för de svenska operatörerna en helt fast avgift för obegränsad datamängd, medan operatörer i andra länder vanligen har någon form av begränsning av mängden data per månad. Detta kan emellertid komma att förändras över tiden, så att även svenska operatörer begränsar datamängden användarna får tillgång till. Antagandet baseras delvis på Skanova nu infört en modell för ADSL med begränsat användande, vilket öppnar upp för fler operatörer att testa den modellen. En annan hypotes är att om och när PLC-tekniken blir en mer utbredd teknik kommer kostnaden för anslutning till IT-infrastrukturens stamnät att representera en alltför stor kostnad för PLC-operatörerna, vilket medför behov av kapacitetsbegränsningar för slutkunderna.

Tabellen nedan sammanfattar de abonnemangsformer som finns på den svenska PLC-marknaden idag.

³⁹ "Bredband via elnätet landsbygdens hopp", Sydsvenskan, 2002-12-30

⁴⁰ "Telefonieren mit Powerline?", N-tv.de (CNN.de) 2002-03-19

⁴¹ "Färre störningar med repetrar", Computer Sweden, nr 11, 2003

	Anslutnings- avgift	Månads- avgift	Kommentarer
Sydkraft, individuell anslutning ⁴²	1 680:-	330 :-	Modem ingår ej
Sydkraft, gruppanslutning	840:-	295:-	Kunden får låna elnätsmodem
Enkom	1 995:-	380:-	I anslutningsavgiften ingår elnätsmodemet ⁴³
Skånska Energi	1 500:-	375:-	Kunden får låna elnätsmodem ⁴⁴

För Vype och Speedweb finns det flera olika abonnemangsformer att välja på. Varsitt exempel på abonnemang ges i tabellen nedan.

	Anslutnings- avgift	Månads- avgift	Ingående datamängd/månad	Tillkommande data per Mbyte
VypeFlat	119 €	24,90 €	3 GB	1,9 ¢
LinzMidi	180 €	42,15 €	3 GB	7 ¢

Det kan konstateras att bredbandsabonnemang via elnätet är väsentligt dyrare i Österrike och Tyskland än i Sverige. För en genomsnittsanvändare som använder 5 GB per månad⁴⁵, kostar det billigaste abonnemanget hos Vype 59,90 Euro⁴⁶, vilket är avsevärt dyrare än motsvarande abonnemang i Sverige. För kunden hos SpeedWeb i Österrike blir det ännu dyrare. Den billigaste abonnemangsformen för användare som genererar mer än 3 GB överförd datamängd per månad kostar där 78,15 Euro.

⁴² Tjänsten kan levereras med hjälp av elnätskommunikation, men även med optisk fiber eller kabelteve. Val av överföringsmetod bestäms av Sydkraft, vanligen används inte elnätet.

⁴³ Elnätsmodemet blir kundens egendom

⁴⁴ Källa: "Bredband via elnätet landsbygdens hopp", Sydsvenskan, 2002-12-30

⁴⁵ 80% av alla användare i Sverige överför mindre än 5 Gbyte per månad. Källa: Skanova

⁴⁶ Abonnemange VypeFlat XL ger användaren 6 GB per månad för 59,90 Euro

7 Referenser och länkar

7.1 Leverantörer

www.ilevo.com

www.mainnet-plc.com

www.siemens.com

www.ascom.com

www.utileyes.com

www.currenttechnologies.com

www.amperion.com

www.xeline.com

www.ds2.es

7.2 Operatörer

www.sydskraft.se

www.enkom.nu

www.skanska-energi.se

www.vype.de

www.linzag.net

7.3 Organisationer

www.powersurf.nu

Elforsk sida om elnätsskommunikation. Grundläggande teknik och bra länkar

www.tekniksidorna.com/EMC/plc.html

Sveriges sändaramatörer

www.enersearch.se

Forskning om bland annat elnätsskommunikation ur ett rent tekniskt perspektiv

www.ipcf.org

Powerline world. Intressegrupp för företag och organisationer runt PLC-tekniken och marknaden.

www.howstuffworks.com

Allmän sida om all möjlig teknik, däribland en beskrivning om PLC.

www.plcforum.com

Samarbetsorgan för leverantörer, forskningsorganisationer och elnätsägare.

