

## ADSL



Kirjutas Isahiir  
Wednesday, 16 November 2005

# ADSL

### Sissejuhatus

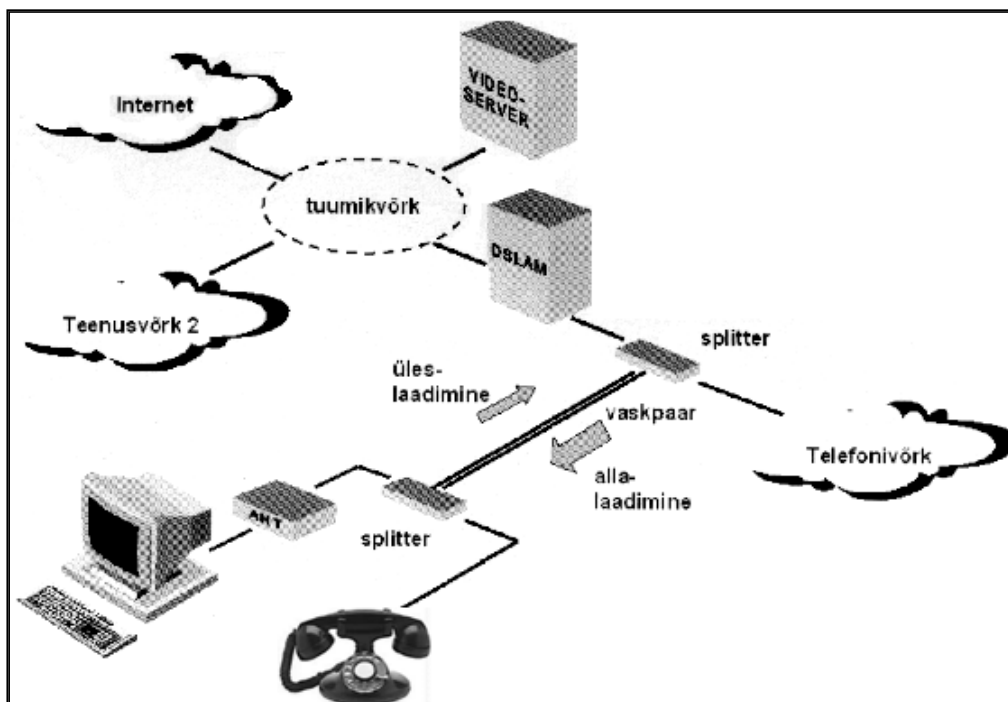
Paljud meist arvavad, et tavalised telefonikaablid hakkavad olema juba natuke ajast ja arust: kõikidel on GSM-telefonid ja Internet on liiga aeglane telefoniliini kaudu kasutades. Kas telefoniliinid on juba ajalugu? Vastus vaele! Maailmas on ca 640 miljonit vaskkaabelühendust ja hetkel kasutatakse neid peamiselt telefoniseidks ja natuke ka andmesideks modemite abil, muundades digitaalse info heliks. See on raske, sest helile ette nähtud sagedusriba on nii väikene, et suuremad andmeedastuskiirused ei ole isegi teoreetiliselt võimalikud. Piirangud seab heliks teisendamine, aga mitte vaskkaabel ise.

Tulevikus sellistele vaskabonentühendustele puhutakse uus elu sisse. Info muundamist heliks ja tänapäevaseid aeglaseid modemeid võime siis näha ainult painajalikus unes. Uue sugupõlve digitaalsed infoedastusmeetodid ja seadmed, mille hulka kuulubki ADSL, muudavad vana kulunud telefoniliini uueks ja võimsaks informatsiooni kiirteks!

Tavalised vaskpaarid, mis saavad alguse jaotusvõrgu teenindussõlmedest ja lõpevad reeglina kliendi ruumides, on üheks enimlevinud füüsiliseks kandjaks fikseeritud võrkudes. Väljaehitatud võrgupiirkondades on sellise vaskpaari valmidus praktiliselt igas kodus ja kontoris. Kuna reeglina on nimetatud liinid aga juba hõivatud tavatelefoniteenuste kasutamiseks ning topeltvõrgu tekitamiseks tehtavad investeeringud on suured, on otstarbekam kasutada võimalikult täielikult olemasolevate liinide vaba ressursi selles spektriosas, mida ei kasuta telefon.

Tõepoolest selgub, et tavalise kõneside jaoks kasutatav riba moodustab vaid väikese osa ühe vaskpaari kogu võimalikust sagedusspektrist. Ometi on ju võimalik ühendada arvutit ka praegu modemi abil telefonivõrku ning tekitada andmesideühendust teiste arvutite või andmesidevõrkudega. Siiski on infomahukate videoteenuste edastamiseks isegi pakitud kujul tarvis küllalt laia ribaga kanalit. Tavalised andmesideks kasutatavad analoogmodemid, mis suhtlevad üksteisega telefonivõrgu vahendusel, töötavad liini kõige madalamas spektriosas. Seal, kus toimub ka kõnesignaali edastus analoogkujul ja võimalikud kiirused on väikesed. Modemtehnoloogiat oleks võimalik arendada suuremate kiiruste suunas, kuid siin osutub piiravaks teguriks telefonivõrk ise - eraldatakse ju iga seansi jaoks jaamadevahelises digitaalvõrgus vaid üks kõnekanal, mille läbilaskevõimeks on 64 kbit/s. Lisaks toimub jaamades modemitelt lähtuva analoogsignaali muundamine digitaalkujule ja vastupidi, mis lubab saavutada ühel analoogmodemil teoreetiliselt maksimumkiiruseks vaid kuni 56 kbit/s.

Samm edasi on ISDN- tehnoloogia, mille abil ei toimu küll mingit A/D muundamist ning on võimalik 64 kbit/s kanaleid omavahel liita, kuid ikkagi jääb piiravaks asjaoluks pigem telefonivõrk ise, mis oma olemuselt on ette nähtud rohkem kõnede vahendamiseks. Sellest lähtuvalt alustasid targad mehed omal ajal uue tehnoloogia väljaarendamist, mis esiteks - ei kasutaks telefonivõrgu ressursse ja teiseks -võimaldaks kasutada võimalikult täielikult ühendusliini ära laiema spektri ulatuses. Nii sündiski xDSL perekond, mille üheks kuulsamaks liikmeks on ADSL ehk asümmeetriline digitaalne abonentliin.



### Mis on ADSL? (*Asymmetric Digital Subscriber Line*) (asümmeetriline digitaalne abonentliin)

See on uus modemtehnoloogia. Nagu nimigi ütleb, põhineb ta assümmeetrilisusele. Ehk eri suundades on infoedastuskiirus erinev. Sellise tehnikaga võidakse saavutada märgatavalt suur ülekandekiirus ka vanades vaskliinides. ADSL liigutab infot abonendi poole palju suurema kiirusega kui teises suunas. Näiteks abonendi poole

kuni 4-6 Mb/s ja teises suunas 384kb/s. ADSL on siis ka kõige halvimal juhul juba 3 korda kiirem kui ISDN ja 10 korda kiirem kui kõige kaasaegsem modemitehnoloogia. Abonendi suunas liigub info 40 korda kiiremini, kui ISDNiga või 150 korda kiiremini kui modemiga!

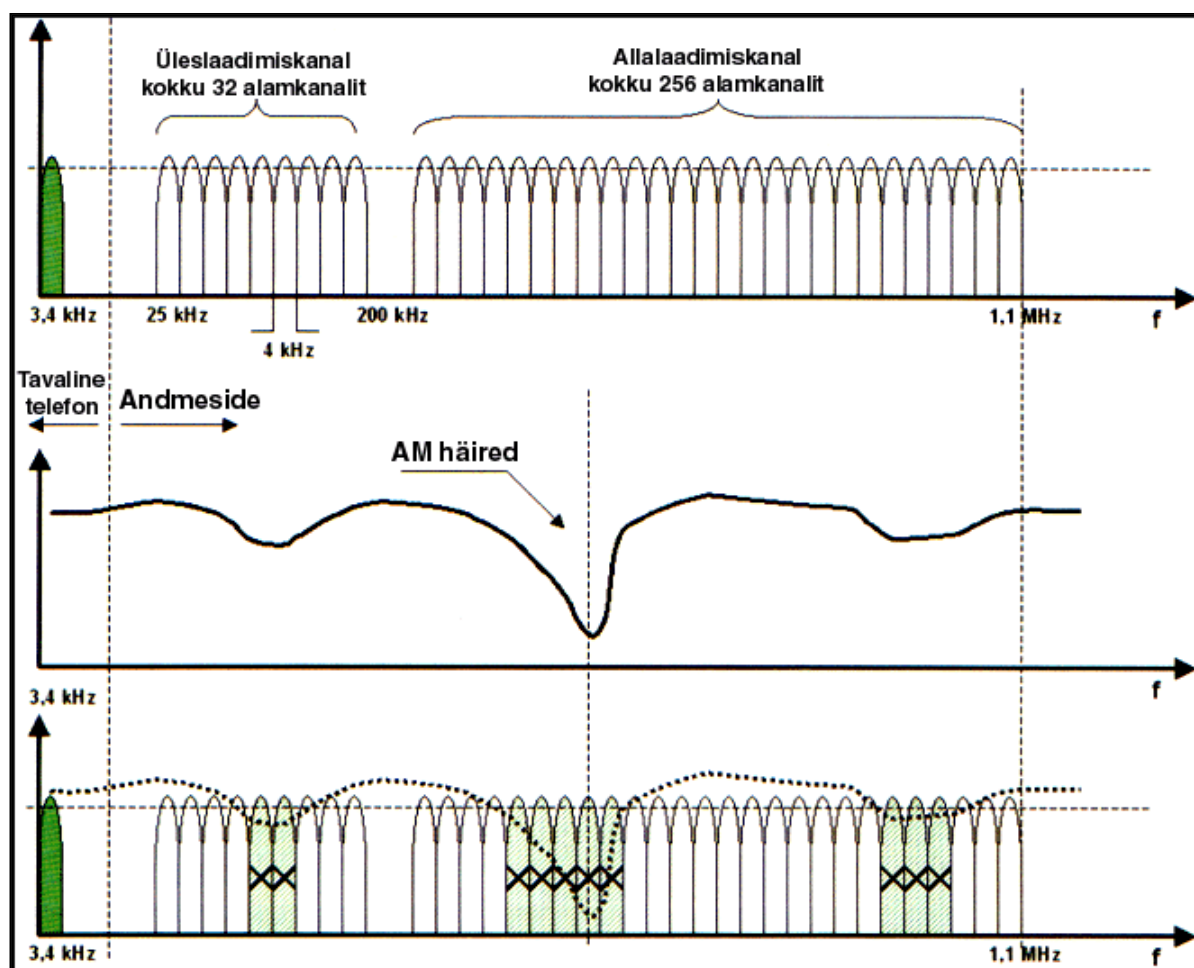
### Kuidas ta siis töötab?

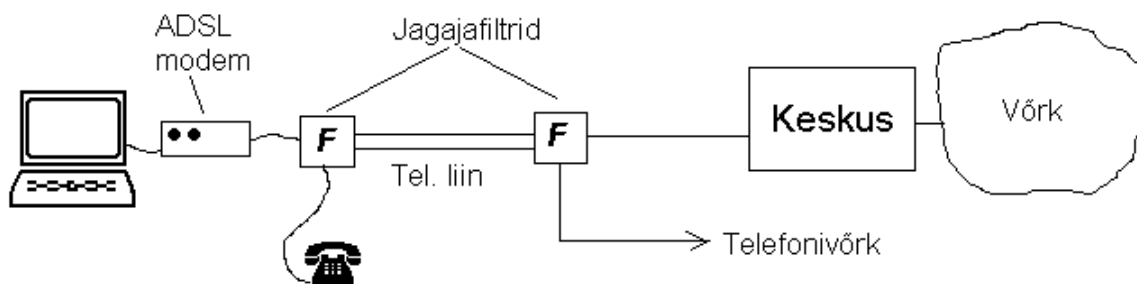
ADSL-tehnika töötas välja J.W. Lechleider aastal 1989. ADSL on optimiseeritud pigistama võimalikult suur kapasiteeti vaskkaablist- pidades eelkõige silmas arenenumaid videoteenuseid-nõudmisel video ja videomängud. Lisatöökindlust saavutatakse statistiliste ja matemaatiliste menetlustega. ADSL põhineb kaasaegsele digitaalsignaaltöötlemisele ja võimsatele algoritmidele, mille abiga suudetakse pigistada palju infot telefoniliinist läbi. Peale selle on tehtud palju täiustusi muundajates, analoogfiltrites ja A/D-muundajates.

ADSL modemitehnoloogia, võimaldab tavalise telefoniliini (õigemini vaskpaari) peale tihendada lisaks tavalistele telefoniteenustele (või ISDN 2B+D ühendusele) ka suure kiirusega andmesidekanali. Ainus koht, kus andmesidevõrk ja telefoniliin sel juhul "kokku saavad", ongi seesama füüsiline liin ise. Kuna ADSL- tehnoloogia puhul on ühenduse kasutajad pigem info tarbijad, mitte selle pakkujad, siis on ka see andmesidekanal loodud lahku veel omakorda kaheks suunaks- üleslaadimiskanal võrgu poole (*upload*) ja allalaadimiskanal võrgust kasutaja poole (*download*). Allalaadimiskanalil maksimumlääbilaskevõimeks võib olla kuni 8 Mbit/s ja üleslaadimiskanalil kuni 1 Mbit/s. Siit tulenebki ADSL-i asümmeetriline külg. Tavatelefoniihenduse jaoks kasutatav sagedusriba on andmeside omast eraldatud spetsiaalse passiivse splitteri abil, mis võimaldab säilitada telefoniühenduse ka sellistel juhtudel, kui andmesidekanalid on rivist väljas.

Iga ADSL modemit (ANT) võib funktsionaalselt vaadelda kui mitmete paralleelselt töötavate alammodemite kogumit, kus iga modempaar vastutab vaid oma kindla sagedusvahemiku eest. Meil kasutatava DMT (*Discrete Multitone*) modulatsioonimeetodi puhul on iga sellise riba laiuseks 4 kHz ning üleslaadimiskanalil moodustavad 32 ja allalaadimiskanalil 256 sellise ribaga alamkanalit.

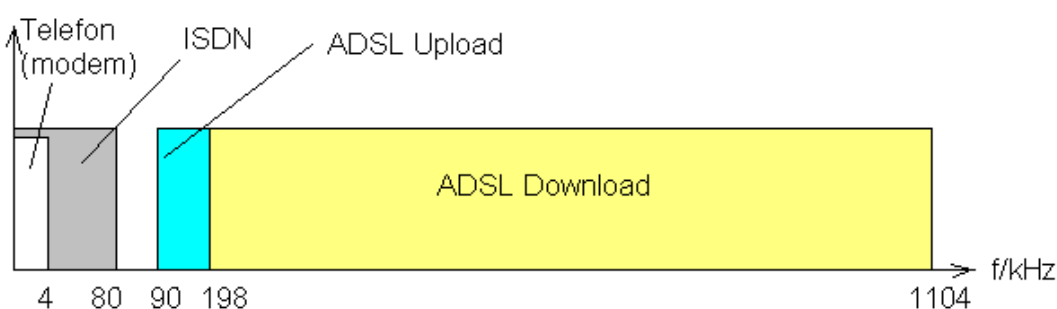
Iga konkreetse vaskpaari sagedusspekter on teatavasti erinev, mis sõltub mitmetest asjaoludest: liini pikkusest, selle kvaliteedist, liinile mõjuvatest pidevatest ja juhuslikest häiretest ning müradest erivevates spektriosades. DMT võimaldab sellisel juhul sellised modempaarid, mis on ette nähtud töötama spektriosades, mille amplituudsageduskarakteristik jääb allapoole kriitilist piiri, lihtsalt välja lülitada- lõpptulemuseks on vaid summaarse läbilaskevõime langus.





Joonis 1. ADSL-i põhimõtteskeem.

Telefoniliin tuleb kliendile koju, telefonikõne kanali ja andmeside kanali sagedusribad eraldatakse jagajafiltritega. Andmeside kanal läheb edasi ADSL modemis, mis omakorda on ühendatud abonendi terminaliga. Telefonikõne kanal läheb edasi abonendi telefoni. Keskuse pool jagatakse samamoodi telefonikõne kanal, mis läheb siis telefonivõrku ja andmeside kanal, mis läheb siis nõ. andmevõrku.



Joonis 2. ADSL-süsteemi spekter ja võrdlus tavalise telefoni ja ISDN-iga.

Keskuselt abonendile kulgev lai kanal kasutab sagedusspektri ülaosa. DMT-modulatsioon üritab kasutada sagedusriba nii kaugele kui võimalik. Traditsiooniline telefoniliiklus (POTS) on eristatud muust andmevoost ja see leiab aset alla 4 kHz-i sagedustel. Joonisel 2 on näidatud võrdluse mõttes ka ISDN-i sagedusriba. Abonendilt keskusele kulgev kanal hõlmab sagedusala telefoniliikluse kanali ja suurekiiruselise kanali vahelt.

ADSL-tehnika võib kasutada mõndasid järgmistest kolmest modulatsiooniviisist:

- DMT (*discrete multitone coding*)
- CAP (*carrier amplitude phase modulation*)
- 16 punktiga QAM (*quadrature amplitude modulation*)

DMT-ga saavutatakse maksimaalne andmeedastuskiirus isegi kuni 7 Mbit/s, seda ainult maksimaalselt 2700 meetri pikkuse abonentliiniga. Aga QAM ja CAP võimaldavad maksimaalselt 1.5 Mbit/s alla 5400 meetrise liiniga

**DMT-modulatsioon** põhineb sagedusriba jagamisel 256-eks alamkanaliks, millest igaühete jälgitakse mõlemalt poolt signaaliprotsessoriga, et vähendada ülekandevigu ja häireid. Kontrollkanali jaoks reserveeritakse abonendi poolt võrgu suunas 16 kb/s liin. Võrgust abonendi suunas riba jaotatakse 4 kHz-i tükkideks, milles igaühes võib üle kanda 0-11 bitti infot sümboliosa kohta. Tavaliselt madalamatel sagedustel suudetakse paremini tagada andmete veatu edastamine.

Suur veakindlus tuleneb ka sellest, et kui juhuslikult märgatakse, et näiteks AM-raadio segab edastust teatud sagedusel, siis selle sagedusriba võib jätta kasutamata ja andmeedastus jätkub normaalselt. Kui see ei aita võib kasutada ka trellkodeerimist. Kuigi *upstream*- ja *downstream*-kanalid on osaliselt kattuvad, kajaemaldustehnika tagab ikkagi toimiva ühenduse, sel juhul kasvab ka maksimaalne ribalaius.

**QAM-i puhul** digitaalne andmevoog jaotatakse kahte ossa ja mõlemad moduleeritakse eraldi sagedusribale. Saadud signaalid liidetakse ja filtreeritakse enne liinile saatmist

**CAP (Carrierless AM/PM)** on QAM-iga sarnane moduleerimisviis. Teda on siiski kergem täide viia kui QAM-i. Ta on ka odavam kui DMT, kuna CAP-i kompleksus on väiksem kui DMT oma. Signaal kodeeritakse *quadrature*- ja vahefiltrites liinile sobivale kujule. CAP kasutab erinevalt DMT-st kindlat sagedusspektrit. *Downstream*-kanali sagedusala on vahemikus 120 kHz - 550 kHz. Sagedusala seadmine ühenduse loomisel on võimalik ja liinil olevad tuntu häired saavad välditud.

## Millised on probleemid ja piirangud?

Tulevik näib siis roosiline. Loomulikult on igal tehnikal oma negatiivsed pooled, aga praeguseks pole leitud mitte mingit argumenti, mis takistaks ADSL-i levikut ja laia kasutuselevõtmist. Nõned miinused siiski on. Iga vaskkaabel on nimelt erinev. Kunagi ei või teada, kui hästi just teadud vaskliin suudab vahendada ADSL-i tasemega signaali. Kaablid võivad olla 50-60 aastat vanad, märjad, katkised ja korrodeerunud. Telefoniseidks nad veel kõlbavad hästi, aga ADSL nõuab kaablitelt loomulikult enam. ADSL on tundlik ka kaabli pikkuse suhtes, kuna signaal sumbub tunduvalt pikkade vahemaade puhul. On arvatud, et 6 Mb/s kiirus võidakse realiseerida alla 3 kilomeetri pikkuste kaablitel. Teiselt poolt 6 km kaugusel on võimalik tagada 1.5 Mb/s kiirus - seegi 40 korda kiirem, kui modemiga. Selline vahemaa hõlmab isegi 75% tarbijatest. Arvatakse, et umbes 20% olemasolevatest ühendustest ei sobi ADSL-kasutusse üldse, vajades parandamist ja kohendamist. Nagu juba öeldud, abonendi suunas oleva kanali kiirus sõltub mitmetest teguritest, näiteks liini pikkusest, vaskkiu läbimõõdust ja liini tundlikkusest väliste segajate suhtes. Sumbuvus kasvab liinipikkuse ja sageduse kasvades ja alaneb vaskkiu läbimõõdu suurenedes.

Ülekandekiirus (Mb/s)	Juhtme läbimõõt (mm)	Liini pikkus (km)
1.5 kuni 2	0.5	5.5
1.5 kuni 2	0.4	4.6
6.1	0.5	3.7
6.1	0.4	2.7

Tabel 1. Ülekandekiiruse sõltuvus liini mõõtmetest.

ADSL-ühendus on ikkagi projekteeritud eriti paindlikuks. Asja juurde kuulub, et süsteem jälgib ülekandeliini ja kui mingi sagedusvahemik näiteks mingi häire tagajärjel ei suuda korralikult toimida, siis selle kasutust vähendatakse. Sel viisil ADSL suudab kohaneda erinevate liinidega ja ikkagi pakkuda võimalikult suurima ülekandekiiruse kõikies olukordades.

### Mis kasu me sellest saame?

Mitmed rakendused vajavad just võimalikult suurt ülekandekiirust abonendi suunas, see on äratanud suurt huvi ja tähelepanu ADSL-i vastu mitmelgi alal.

ADSL suudab lõpuks ometi tuua multimeedia kodusse. Tavalise videomaki pildikvaliteediga pakitud videosignaal koos heliga kasutab ära vaid umbes 1.5 Mb/s kanaliriba, mis on tunduvalt alla ADSL-i maksimaalvõimete. Interaktiivsed mängud ja saated toimivad suurepäraselt ADSL-i pakutava ülekandekiiruse juures. Suhteliselt hea kvaliteediga videokonverents nõuab ainult 384 kb/s ühendust. Loomulikult on mugavam ka Internetti kasutada.

Telefonikompaniis olev ADSL-server on võimalik näiteks ühendada otse kohaliku ATM-võrku (*Asynchronous Transfer Mode*), mille vahendusel Internettiühendus töötab nagu õlitatult. Ühenduse loomine võtab aega vaid paar sekundit ja server ei ole kunagi "kinni". Iseküsimus on muidugi Internet-võrgu enda koormatus.

ATM-tehnikaga võidakse klaaskiudu kasutada kiiruse kuni 155 Mbps. Näiteks Video-on-Demand -teenus võidakse realiseerida sama ATM-i kaudu: tarbija võiks valida soovitud video ekraanilt interaktiivselt, mille järel server hakkaks saatma seda ATM-võrgu vahendusel ja ADSL-ühenduse kaudu tarbijale koju. Lisaks veel igasugu interaktiivsed teenused.

ADSL-ühendus võimaldab samaaegselt vaadata nelja videot, pidada videokonverentsi, kopeerida faile ja lisaks veel rääkida tavalise telefoniga, mida ADSL ei sega üldse, hoolimata sellest, et signaalid kulgevad samas kaablis, just selles vaskkaablis, mis majapidamistes juba tänapäeval olemas on.

### ADSL-i tulevik

ADSL-il on tähtis osa järgmiste 10 aasta jooksul kui telekomi firmad suunduvad uutele tegevusaladele videode ja multimeediamaailma. Uute laiaribaliste kaablite vedamine kõikidele soovijatele kestab aastakümneid. Aga uute lairibateenuste edukus sõltub võimalikult suure abonentide arvu saavutamises juba esimestel aastatel. ADSL avabki need turud. Tõsi, 6 Mb/s ei ole pikemas perspektiivis piisav maht.

Siililegi selge, et ADSL suretab välja ISDN -tehnikat. ISDN ei rahulda tänapäevase infoühiskonna ja multimeedia-Interneti nõudlust. ISDN on tõenäoliselt kasutusel veel mõne aasta. Mitmed spetsialistid on ühel meelel, et ADSL jõuab masside kasutusse üsnagi pea. Sellealaseid testimisi ja katseid on läbi viidud mitmel pool maakeral.

ADSL-ist edasi arendatud VDSL (Very high rate Digital Subscriber Line) on tulemas ja on olemas plaane mitmekordse DMT-tehnika kasutamiseks, mille abil saavutatakse suuri ülekandekiiruseid (13...55 Mb/s) alla 2 km liinide puhul. On olemas ka teisi xDSL tehnikaid. Kui mõelda, et optiline kaabel levib igasse kodusse, siis on ADSL siiski vaid ajutine lahendus.

Kuigi ADSL tehnoloogia abil pakutakse hetkel veel peamiselt ka mujal maailmas Interneti-teenuseid, tekib aja möödudes kindlasti juurde erinevaid multimeediumvõrke, mille teenuseid hakatakse tootma või vahendama klientidele, kellel on piisava läbilaskevõimega ühenduskanal juba olemas. Kui ületatakse klientide kriitiline arv, tekib potentsiaalne turg ning pakkuja. See omakorda aga suurendab jälle ADSL-i klientide arvu, kuna pakutavate atraktiivsete teenuste arv suureneb. Igal juhul soosib ADSL ka tulevikus enam info tarbijaid.

### Teenusvõrgud ja nende areng

Kuigi ADSL-i arengu esialgsed eesmärgid olid pigem video- ja teiste infomahukate multimeediumteenuste pakkumine, on ta võidukäiku alustanud just nimelt Interneti maailmas. Põhjusi võib üles lugeda mitu:

Interneti puhul on teatavasti võrk ja selles pakutavad teenused valmis enne, kui ADSL ise. Nõudlust kiirete ühenduskanalite järele on kerge täita, kuna on kohe olemas see, mida nende kanalite kaudu pakkuda. Võrguvideoteenuste pakkumiseks (nõudmisel video) vajalikud teenusvõrgud on veel loomata ja ootavad potentsiaalsete ADSL- klientide arvu kriitilise piiri ületamist, ehk turgu. Piisava nõudmise korral tekib kindlasti ka pakkujaid.

Võrguvideoteenuste tarbimiseks eksisteerivad potentsiaalsete klientide omanduses olevatele seadmetele küllalt kõrge nõudmine (arvuti või mõni muu seade, mis suudaks rahuldavalt hakkama saada näiteks MPEG-2 vormingus videofailide lahtipakkimise ja nende taasesitusega).

Tegelikult ei ole võrguvideoteenused ainuke teenuseliik, mida on võimalik tulevikus pakkuda potentsiaalsetele ADSL-klientidele. Kui ADSL- võrgu tuumikvõrk on piisavalt võimas (vähemalt 155 Mbit/s ATM), et teenindada

probleemideta kõigi ADSL- klientide päringuid, ei ole muud takistust, kui ühendada tuumikvõrku suvalise teenuspakkuja server. Ka mujal maailmas liigub asi sennapoole ning räägitakse sellistest teenustest nagu näiteks õppeprogrammide ja loengute vahendamine (*distance learning*), mänguserverid (*game center*), erinevate rakenduste serverid (*application hosting*), virtuaalsed 3D kaubamajad (*home shopping*), mille teenuseid saavad kõik ADSL- kliendid kasutada oma kodudest või kontoritest lahkumata.

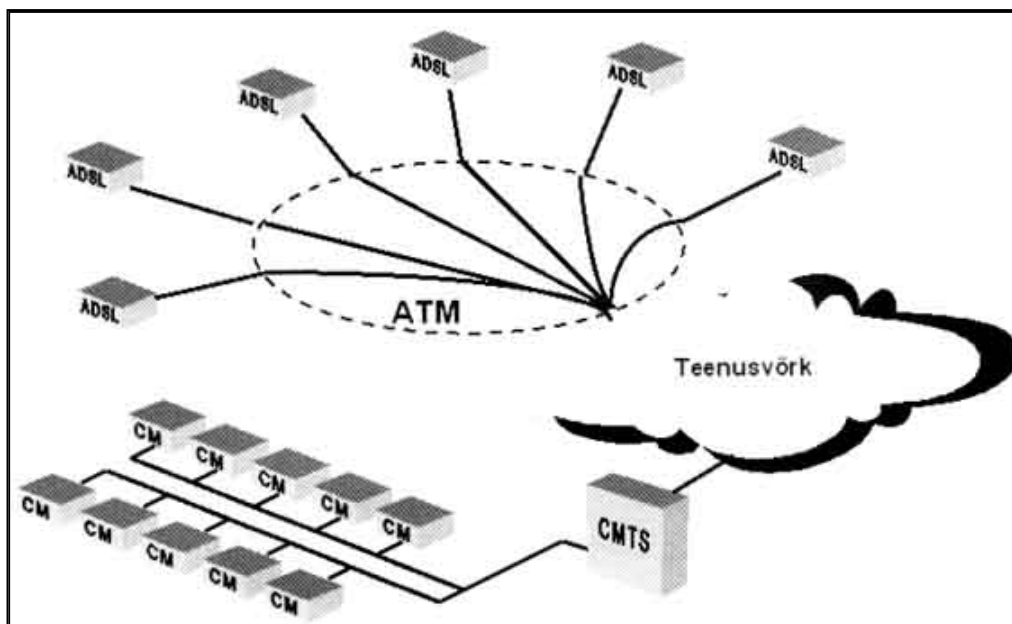
### ADSL võrdlus teiste fikseeritud ühendusmeetoditega

-Kui tavatelefonühenduse või ISDN-i puhul on tegu ahelkommutatsiooniga ja telefoniliini taha ühendatud modemi või ISDN-adapteri vahendusel on võimalik ühenduda kas teise sama tehnoloogiat kasutava seadmega (klient-klient ühendus) või "helistada" sisse erinevatesse teenusvõrkudesse (Internet) telefonivõrgu vahendusel (klient-võrk), siis ADSL-i puhul on ühenduseks klient-võrk, mille määrab ära juba ADSL-i olemuses sisalduv asümmeetria. Järelikult on telefon ja ISDN oma olemuselt universaalsemad vahendid, kuid väiksema võimsusega; ADSL pühendub rohkem teatud kindlatele teenustele, aga on selle võrra võimsam.

Teenusvõrkudega liitumiseks või klient-klient ühendusteks on võimalik kasutada ka digitaalseid sümmeetrilisi püsiühendusi, mida saab tellida võrguoperaatorilt ja mis kasutavad kliendipoolsetes otstes reeglina samuti vaskpaari füüsilise kandjana, kuid transportvõrgu ulatuses võib signaal olla tihendatud kõrgema taseme kandjatesse (valguskaablid). Reeglina lõpevad sümmeetriliste püsiühenduste poolt pakutavad läbilaskevõimsused 2 Mbit/s tasemel.

Pakutava võimsuse poolest võistleb ADSL -tehnoloogia eriti Interneti teenuste pakkumise vallas kaabelmodemtehnoloogia (**CM**), mis on samuti reeglina asümmeetrilise või lausa ühesuunalise iseloomuga. Kui ADSL-i puhul on võimalik igale kliendile kuni teenusvõrgu või -serverini võimaldada garanteeritud minimaalse läbilaskevõimega kanal, siis CM- tehnoloogiapõhineb teatavasti ühisressursi kasutusel, millega ei ole võimalik garanteerida igale kasutajale minimaalset läbilaskevõimet, vaid see jääb sõltuma kasutajate arvust ja kasutusintensiivsusest igal ajahetkel.

Mitmed Euroopa operaatorid üritavad arendada ka andmesidejaotusvõrke, mille füüsiliseks kandjaks on tavaline elektersidevõrk ja väidetavalt küllalt edukalt. Siiski on ka sellisel juhul tegu ühisressursi põhimõttel töötava võrguga, mis seab täiendavad nõuded ja piirangud igale kliendile eraldi.



### Kokkuvõtteks

Ärgem unustagem veel meie vana sõpra - tefonivõrku, kuna selles võib peituda ootamatu jõud ja suur turuniÄiÄi. Jäägem ootama vase uuestisündi! ADSL võimaldab seda.

### Kasutatud materjalid:

"Abonentühenduse viisid, kasutatavad liinid ja piirangud. ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line)" Oliver Gailan

"AM 4/2000" "ADSL- kas ainult Internet?" Alar Lutsar

PCC Exclusives: How ADSL Works. <http://www.zdnet.com/pccomp>

ADSL -telekommunikatsioon, Tapio Ranta [http://www.niksula.cs.hut.fi/~tjranta/teht\\_7.html](http://www.niksula.cs.hut.fi/~tjranta/teht_7.html)

Teletietotekniikka Esitelmä ADSL Ilari Lehti <http://keskus.hut.fi/opetus/s38116/1996/esitelmat/39098t/39098t.html>

ADSL Tutorial [http://www.adsl.com/adsl\\_tutorial.html](http://www.adsl.com/adsl_tutorial.html)

### KOMMENTAARID

Powered by Azrul's Jom Comment

Sulge aken