

VI. Évfolyam 2. szám - 2011. június

Munk Sándor

munk.sandor@zmne.hu

INFORMÁCIÓS SZOLGÁLTATÁSOKAT NYÚJTÓ HÁLÓZATOK ALAPJAI

Absztrakt

Napjaink társadalmának leírására széles körben elfogadottak az információs társadalom, hálózati társadalom kifejezések. Az információs társadalom technológiai alapját az információs szolgáltatásokat nyújtó hálózatok képezik. Napjaink másik, senki által nem vitatott jelensége az információs tevékenységeket támogató technológiák konvergenciája, integrációja. Tényként fogadható el az is, hogy az egymással egyre szorosabb kapcsolatba kerülő szakterületek fogalomrendszere nincs egymással harmóniában, ami egyre növekvő mértékben akadályozza a hatékony együttműködést. Jelen publikáció meghatározza az információs szolgáltatásokat nyújtó hálózatok fogalmát, szerepét; bemutatja kialakulásuk okait; elemzi a hálózatok és rendszerek viszonyát; végül meghatározza felépítésük, összekapcsolódásuk alapvető kérdéseit.

Society of our age is widely described as information society, and networked society. Information society is technologically based on networks providing information services. Other unquestioned phenomenon of our age is convergence, integration of technologies supporting information activities. It is also a fact that concepts, and ideas of professional areas, building more and more strong connections with each other, are not in harmony and that increasingly impedes the efficient cooperation. Recent publication defines the concept, and role of networks providing information services; presents the reasons for their formation; analyses the relationships between networks and systems, and finally determines fundamental issues of their architecture, and interconnections.

Kulcsszavak: *információs (informatikai) hálózatok, hálózati alapfogalmak, elosztott rendszerek, hálózatok felépítése, hálózatok összetevői ~ I(T) networks, foundational network concepts, distributed systems, network architectures, network components*

BEVEZETÉS

A napjaink társadalmának leírására széles körben használt fogalmak között leggyakrabban az *információs társadalom*, *hálózati társadalom* kifejezésekkel találkozhatunk. A témakörrel átfogó módon foglalkozó Manuel Castells megfogalmazása szerint "... a kialakuló társadalmi struktúrák domináns funkciói és folyamatai az információs korban egyre inkább hálózatokba szerveződnek." [1., 598. o.], "... társadalmi szerveződésünk kulcsfontosságú összetevője az információ, és az üzenetek és képek áramlásai a hálózatok között társadalmi struktúránk alapvető összekötő fonalát alkotják." [1, 608. o.] A fentiekkel jellemzett információs társadalom technológiai alapját értelemszerűen mindenekelőtt az információs szolgáltatásokat nyújtó, információs tevékenységeket támogató és megvalósító hálózatok képezik.

Napjainkra a hálózatok a társadalom, a gazdaság, a kultúra és a magánszféra alapvető elemeivé váltak, a korszerű közlekedési, közmű és kommunikációs hálózatok nélkül ma már elképzelhetetlen az élet. Ezen belül az *információs szolgáltatásokat nyújtó hálózatok* szerepe, jelentősége az élet minden területén (a közigazgatásban, a gazdaságban, védelmi illetve katonai alkalmazásban és a magánéletben) folyamatosan nő. A Magyar Köztársaság esetében az infokommunikációs ágazat középtávú cselekvési terve ezt a következőképpen fogalmazza meg. "Az egyre magasabb szintű fogyasztói elvárások és a folyamatos technológiai fejlődés eredményeként – a világ legfejlettebb országaihoz hasonlóan – hazánkban is kialakulóban van egy összetett, felhasználók millióit és eszközök tízmillióit egyre nagyobb kapacitású hálózatokkal összekötő és egyre magasabb szintű szolgáltatásokkal kiszolgáló, folyamatosan fejlődő rendszer." [2, 8. o.]

Az információs korszak, az információs társadalom alapját képező technológiák másik széles körben felismert jelensége a különböző szakterületek, többek között az *információs, kommunikációs és média technológiák¹ konvergenciája, integrálódása*. A konvergencia alapját egyrészt funkcionális, másrészt technológiai tényezők képezik. Valamennyi érintett szakterület közös jellemzője, hogy rendszerei, eszközei, eljárásai információs tevékenységeket támogatnak, vagy valósítanak meg, illetve hogy technikai alapjait egyre növekvő mértékben a folyamatosan fejlődő mikroelektronika képezi. A technológiai fejlődés következményeiként fokozatosan elmosódnak a határok a korábban önálló szakterületek között és jelennek meg több szakterület szolgáltatásait, megoldásait ötvöző integrált rendszerek, eszközök.

Mint azt egy korábbi publikációban már megfogalmaztam: az egyes "szakterületek fogalomrendszere a sajátos igények, megközelítések és a saját múlt, szakmai fejlődés következtében nincs egymással harmóniában. Ezek a *különbözőségek, fogalmi heterogenitás* egyre növekvő mértékben akadályozzák és fogják akadályozni a hatékony együttműködést, az egyes szakterületek ismeretanyagának összehangoltságát, egységes rendszerbe történő integrálódását. A mind az elmélet, mind a gyakorlat oldaláról növekvő mértékben jelentkező igények szükségessé, elkerülhetetlenné teszik egy közös, átfogó, az egymással szoros kapcsolatba kerülő szakterületek számára is megfelelő fogalomrendszer kialakítását". [3, 52. o.]

A fentiek alapján jelen publikáció alapvető célja, egy nagyobb kutatás részeként, az információs szolgáltatásokat nyújtó hálózatok általános kérdéseinek, alapfogalmainak összegzése, rendszerezése, a kapcsolódó részterületek ismeretanyagával, fogalomrendszerével harmonizáló formában történő, azok számára keretként felhasználható meghatározása. Ennek érdekében:

- meghatározza az információs szolgáltatásokat nyújtó hálózatok fogalmát, helyét, szerepét;
- bemutatja az információs szolgáltatásokat nyújtó hálózatok kialakulásának okait, célját;

¹ Tágabb értelemben az említettek mellett ide tartoznak a következők is: nyomdatechnika, mérés- és méréstechnika, irányítástechnika, irodatechnika, oktatástechnika, stb.

- elemzi az információs szolgáltatásokat nyújtó hálózatok és rendszerek viszonyát, fogalmi alapjait;
- végül meghatározza az információs szolgáltatásokat nyújtó hálózatok együttműködésének, összekapcsolódásának alapvető kérdéseit.

INFORMATIKAI HÁLÓZATOK: A TECHNIKAI HÁLÓZATOK EGY TÍPUSA

A bevezetésben már megfogalmazottak alapján vizsgálatainkat az információs szolgáltatásokat nyújtó hálózatokra összpontosítjuk. Ezzel a fogalommal a szakirodalomban gyakorlatilag nem találkozhatunk. Az egyes kapcsolódó szakterületek saját fogalmakat használnak, mint a távközlő hálózatok, kommunikációs hálózatok; számítógép-hálózatok, adat(átviteli) hálózatok; illetve műsorszétoosztó-, műsorszóró és műsorelosztó hálózatok. Különböző megközelítések, iskolák összefoglaló fogalmaiként csak a következő kifejezések jelennek meg: informatikai, infokommunikációs, (elektronikus) hírközlő és műsorközlő hálózatok.² Ezek egyikének tartalma sem öleli fel az információs szolgáltatásokat nyújtó hálózatok teljes körét.

A következőkben a fogalomalkotás általános szabályait felhasználva teszünk kísérletet a vizsgálat tárgyát képező hálózatok fogalmának, valamint a hálózatok rendszerében elfoglalt helyük és szerepük meghatározására. A tudományos fogalomalkotás alapja a bővebb terjedelmű legközelebbi nem-fogalom (genus proximum), valamint a megkülönböztető jegy, jellegzetes különbség (differentia specifica) meghatározása. Esetünkben a magasabb szintű fogalomnak a hálózatot és azon belül a technikai hálózatot, megkülönböztető jegyként pedig a rendeltetést, a nyújtott szolgáltatásokat választjuk. Ennek keretében hálózat alatt meghatározott tulajdonságokkal rendelkező elemek (csomópontok) és az ezek között fennálló, meghatározott tulajdonságokkal rendelkező kapcsolatok összességét értjük [4, 183. o.].

A *technikai szféra hálózatai* [lásd 4, 180. o.] célirányosan, meghatározott szükségletek kielégítésére kerülnek létrehozásra, a természetben, az élővilágban megfigyelt, vagy a társadalomban kialakult hálózatokkal szemben mindig van rendeltetésük, meghatározott szolgáltatásokat nyújtanak. Ennek megfelelően technikai hálózat alatt olyan hálózatot értünk, amelynek elemei technikai eszközök (rendszerek) és amelyek között valós fizikai, vagy absztrakt logikai kapcsolatok állnak fent. Az egyes hálózatok rendeltetését, szolgáltatásait természetesen alapvetően meghatározzák a hálózat elemei és köztük fennálló kapcsolatok. Ennek megfelelően a technikai hálózatoknak három nagyobb csoportja különböztethető meg: a közlekedési hálózatok; az energiát, vagy anyagot továbbító hálózatok; valamint az információs szolgáltatásokat nyújtó hálózatok.

A közlekedési hálózatok rendeltetése a technikai eszközökkel végzett személy- és áruszállítás infrastrukturális feltételeinek (utak, pályák és kapcsolódó létesítmények) a biztosítása. A villamos energia hálózatok rendeltetése az erőművekben előállított áram eljuttatása a fogyasztókhoz, a különböző csővezetékes hálózatok pedig elsősorban folyadékokat (kőolaj, víz, szennyvíz, iszap, stb.), vagy gázokat (földgáz, más szénhidrogének, stb.), ritkábban szilárd anyagokat szállítanak. Végül a hálózat csomópontjai közötti információáramlásra épülő hálózatok rendeltetése információs tevékenységek támogatása, vagy megvalósítása.

A továbbiakban a vizsgálat tárgyát ez utóbbi csoportot alkotó *információs szolgáltatásokat nyújtó technikai hálózatok* képezik, amelyek rendeltetése információs tevékenységek támogatása, megvalósítása, elemei technikai eszközök (rendszerek) és az elemek között információcserét biztosító valós fizikai, vagy absztrakt – más hálózatok szolgáltatásaira épülő – logikai

² Ezek részletesebb vizsgálatával, értelmezésével egy későbbi publikációban fogunk foglalkozni.

kapcsolatok állnak fent. Ezek közül elsőként az információtovábbítást támogató távközlő, illetve műsorszóró hálózatok jelentek meg. A későbbiekben alakultak ki a további információs tevékenységtípusokat – információfeldolgozást-előállítást, információszerzést és információ-tárolást – támogató hálózatok is. A technológiai fejlődés következtében az idők során aztán folyamatosan előtérbe kerültek és kerülnek a több információs tevékenységet támogató, integrált információs szolgáltatásokat nyújtó hálózatok.

Az információs kapcsolatokra épülő technikai hálózatok esetében megkülönböztethetünk mikro- és makro-hálózatokat. A mikro-hálózatok esetében – amelyekkel elsősorban technikai eszközökön, berendezéseken belül találkozhatunk – a hálózat csomópontjai egymáshoz "viszonylag közel" (nanométerestől kb. a centiméteresig terjedő távolságban) vannak. A makro-hálózatok csomópontjai viszont egymástól távolabb, jellemzően földrajzi értelemben is távol helyezkednek el. A két csoport hálózatait hasonlóságaik mellett jelentős különbségek is jellemzik. A továbbiakban vizsgálódásainkat már csak a makro-hálózatokra szűkítve végezzük.

Az információs szolgáltatásokat nyújtó hálózatok összefoglaló fogalmának rövidebb megnevezésére a magyar (szak)nyelvben elvileg számos jelzős kifejezés – pld. információs, informatikai, infokommunikációs, információtechnológiai, stb. – lehetséges lenne, azonban ezekhez a különböző szakterületeken, a különböző szakmai körökben, iskolákban eltérő értelmezések kapcsolódnak. Egy adott tartalom megnevezése sok esetben nem vezethető le logikai alapon, ugyanazon tartalom különböző megnevezései között pedig általában nem állítható fel 'jobb-rosszabb', 'alkalmasabb-kevésbé alkalmas' reláció.

Jelen publikációban az információs szolgáltatásokat nyújtó hálózatok megnevezésére az informatikai hálózat kifejezést használjuk, aminek alapját az 'informatikai' jelző 'információs tevékenységeket támogató, megvalósító technikai [megoldás]' tartalmú értelmezése képezi. Ugyanezen értelmezés jelenik majd meg az informatikai eszköz, informatikai rendszer fogalmak értelmezésében is. Természetesen egy meghatározott tartalom megnevezése megállapodás kérdése, így ez a kifejezés/megnevezés a későbbiekben tetszőleges, egységesen elfogadott szakkifejezéssel felváltható.

INFORMATIKAI HÁLÓZATOK KIALAKULÁSA

Az információs szolgáltatásokat nyújtó hálózatok vizsgálatának első lépéseként érdemes áttekinteni, hogy milyen okok vezettek ezen hálózatok kialakulásához, milyen céllal került sor információs képességekkel rendelkező eszközök hálózatba kapcsolására, kapcsolódására. Az okok első nagy csoportja az információtovábbítást támogató, megvalósító távközlési hálózatokhoz kapcsolódik.

Az információk³ (beszéd, hang, írott szöveg, álló és mozgókép, adat, technológiai folyamatok vezérlő jelei, stb.) továbbítására létrehozott hagyományos távközlési és műsorközlő hálózatok esetében a cél az *információtovábbítás támogatása*, az információ(k) egy adott helyről más hely(ek)re történő eljuttatása. Ennek megfelelően a hálózat kiemelt csomópontjait az információk küldését és fogadását biztosító technikai eszközök (végberendezések) képezik, amelyek között az információáramlás technikai támogatás – átviteli vonalak és kapcsolóelemek – nélkül gyakorlatilag nem lenne, vagy nem megfelelő hatékonysággal lenne lehetséges. Ebben az esetben tehát a hálózat kialakításának indokát elsősorban a különböző szolgáltatási pontok (végpontok) térbeli elhelyezkedése és a köztük megvalósítandó információtovábbítási igény képezi. A hálózat további csomópontjai már az információtovábbítás megvalósításának technológiai, szervezési, gazdaságossági és más belső szempontjai figyelembevételével jelen-

³ Pontosabban az információkat hordozó különböző reprezentációk.

nek meg, többnyire a hálózati (távközlési) szolgáltatásokat igénybevevők számára átlátszó, számukra érdemi jelentőséggel nem bíró módon.

A távközlési hálózatok kezdetben egy konkrét szolgáltatást nyújtottak (pld. távíró, távbeszélő), a végberendezések és az ezeket hálózatba kapcsoló vonalak, kapcsolóelemek szorosan egymáshoz tartoztak. A későbbiekben olyan távközlési (pld. géptávíró/telex, fax) hálózatok jelentek meg, amelyekhez már nem tartozott önálló technikai hálózati megoldás, az információk továbbítását megfelelő átalakítások után más létező (elsősorban a távbeszélő) hálózatok biztosították. A modemes átalakítás segítségével a hagyományos távközlési (távbeszélő) hálózatok egy meghatározott átviteli sebességig adatátviteli szolgáltatásra is alkalmassá váltak. Végül megjelentek a tervezetten több szolgáltatást nyújtó (pld. ISDN) távközlési hálózatok is.

Az információs szolgáltatásokat nyújtó hálózatok kialakulása okainak második nagy csoportja a számítógép-hálózatok megjelenéséhez kapcsolható. Ezek eredeti rendeltetése nem elsősorban az információtovábbítás, információcsere volt, kialakulásuk valójában az *információk, információs képességek megosztásának támogatása* feltételeit biztosította. Ez elsőként a más számítógépeken található információk elérését, kezelését; más számítógépek feldolgozó-képességének felhasználását; valamint a más számítógépekhez kapcsolódó speciális eszközök (perifériák) használatának lehetőségét foglalta magában. A hálózat csomópontjait ebben az esetben az egyes felhasználók számítógépei (a hálózati szolgáltatásokat nyújtó 'végberendezések'), az esetleges kiszolgáló eszközök, valamint a hálózati kapcsolóelemek képezik.

A távközlési hálózatokkal ellentétben a számítógép-hálózatok 'végberendezései' önmagukban, hálózatba kapcsolódás nélkül is képesek információs szolgáltatásokat nyújtani (információt szerezni, tárolni, előállítani, vagy rendelkezésre bocsátani), legfeljebb korlátozottabb mértékben, vagy hatékonysággal. A hálózati szolgáltatás lényege ebben az esetben tehát az adott eszköz képességeinek külső erőforrásokkal történő kiegészítése.

A számítógép-hálózatok lehetőségeinek további kihasználására épült a hálózatba kapcsolódás okainak harmadik csoportja, amelynek lényege az azonos, vagy hasonló információs képességeket, szolgáltatásokat nyújtó eszközök összekapcsolása révén az összetevők képességeinek egyszerű összegzését meghaladó, *magasabb szintű, vagy akár új képességek kialakítása*. A hálózatba kapcsolódás révén különböző információs (rész)képességekkel rendelkező eszközökből meghatározott információs szolgáltatásokat nyújtó, egységes egészként működő eszközrendszerek épülhetnek fel. Ez tulajdonképpen a részegységekből felépülő eszközök kialakításának analógiájára, de új szemléletmódra – az úgynevezett hálózatközpontú, hálózat-alapú⁴ megközelítésre – épülő megvalósítás, amelynek lényege az egyes részképességeket szolgáltató összetevők szétválasztása, önálló, általában földrajzilag is eltérő helyen történő kialakítása.

A hálózatközpontú megközelítés, a hálózatba kapcsolódás nem csak a különböző képességek, szolgáltatások egymáshoz kapcsolására, hanem azonos, vagy hasonló képességek egymást erősítő együttműködésére épülő megoldásokra is biztosít lehetőséget. Azonos, vagy hasonló információs képességek, szolgáltatások összekapcsolása az összetevők képességeinek egyszerű összegzését meghaladó, magasabb szintű, vagy akár új képességek kialakítását eredményezheti. Ezek a képességek épülhetnek többek között az együttműködő összetevők számára, feladatmegosztására, vagy térbeli elhelyezkedésére. Több azonos, vagy eltérő típusú érzékelő-eszköz együttműködése növelheti az információszerzés pontosságát (vagy egyáltalán megteremtheti lehetőségét). Több tárolóeszköz együttműködése javíthatja a tárolás biztonságát, a tárolt információk elérhetőségét, hozzáférhetőségét. Végül több információfeldolgozó

⁴ Network centric, network based.

eszköz együttműködése (az elosztott, vagy grid-alapú számítások) az önálló eszközök által megvalósíthatatlan számítási kapacitást biztosít.

Napjainkban a szakterületek konvergenciája és integrációja következtében, illetve az előzőekben elmondottak alapján ma már egyre kevésbé lehetséges és célszerű a hagyományos távközlési és számítógép-hálózatok (vagy például a kábeltévé hálózatok) megkülönböztetése, elkülönítése. Emiatt is szükség van egy minden korábbi és újonnan megjelenő, szakterületi hálózat-fogalmat keretbe foglaló átfogó fogalom, az informatikai hálózat fogalmának bevezetésére.

Az *eltérő, kibővülő tartalmú értelmezések* miatt különösen a számítógép-hálózatok megnevezése ad alkalmat félreértésre, így alkalmazása egyre inkább kerülendő. A szakirodalomban található meghatározások a számítógép-hálózatok elemeiként:

- számítógépeket (vagy autonóm számítógépeket) tartalmaznak [5, 22. o.];
- számítógépeket és más eszközöket említenek [6, 732-01-03];
- vagy bennük adatfeldolgozó rendszerek, eszközök szerepelnek [7, 01.01.45, 11. o.].

A legszűkebb értelmezés esetében tehát a hálózat kizárólag (általános célú) számítógépekből állhat, a legtágabb értelemben pedig csomópontjai lehetnek bármilyen, adatfeldolgozási képességgel rendelkező eszközök.

A fenti értelmezési kérdéseket csak tovább nehezíti a számítógép fogalmának tartalma, amely alatt sokan mindenki által használt általános célú számítógépeket értenek, pedig a fogalom meghatározásai (amelyek lényege: automatizált adatfeldolgozó eszköz) ennél sokkal tágabb körre kiterjedő értelmezést írnak le: magukban foglalják például a célszámítógépeket (így pld. a távközlési hálózatok kapcsolóközpontjait, kapcsolóelemeit) is. Ráadásul napjainkban már olyan, információs tevékenységeket támogató, integrált funkciójú technikai eszközök jelentek meg (okostelefonok, GPS-készülékek, médialejátszók, stb.), amelyek ennek a definíciónak teljes egészében megfelelnek, tehát számítógépnek 'tekinthetők'.

INFORMATIKAI RENDSZEREK ÉS HÁLÓZATOK, INFORMATIKAI HÁLÓZATOK HATÁRAI

Az információs szolgáltatásokat nyújtó hálózatok fogalmának vizsgálata során nem kerülhető meg az információs szolgáltatásokat nyújtó rendszerek fogalma és e két fogalom viszonyának elemzése sem. Már előzetesen megjegyezhető, hogy a szóhasználatban sok esetben keveredik a két kifejezés, lényegében azonos tartalomhoz kapcsolódóan találkozhatunk a rendszer és a hálózat kifejezésekkel (pld. távbeszélő rendszer és távbeszélő hálózat), más esetekben viszont a jelzős kifejezések egyértelműen eltérő tartalmakat jelölnek (pld. felügyeleti irányító és adatgyűjtő rendszer, illetve hálózat). A következőkben meghatározzuk az információs szolgáltatásokat nyújtó rendszer fogalmát.

Információs szolgáltatásokat nyújtó, vagyis *informatikai rendszer* alatt a továbbiakban eszközök, programok, adatok, valamint a működtető személyzet információs funkciók, tevékenységek megvalósítására (információs szolgáltatások nyújtására) létrehozott (működő, technikai) rendszerét értjük. [8, 21. o.] A rendszer fogalmába általában beleértjük a valamilyen szintű formális körülhatárolást és a működési, illetve irányítási, felügyeleti (működtetési, fejlesztési) autonómiát. Ezek a jellemzők különböztetik meg – bár természetesen nem matematikai pontossággal – az egymástól független rendszereket, az alrendszerekből felépülő rendszereket, az egymással tervezetten, szorosabban együttműködő rendszereket (rendszerek rendszere), valamint az egymással dinamikusan változó módon, lazábban együttműködő rendszereket (rendszerek szövetsége).

Az informatikai rendszer fogalom fentiekben szereplő értelmezéséhez kapcsolódóan ki kell emelni, hogy a definícióban foglalt tartalom nem korlátozódik a számítástechnikai – 'számítógép(es)' – rendszerekre, amennyiben ezek alatt általános célú számítógépekre épülő technikai rendszereket értünk. A definícióban szereplő 'eszköz' bármely – tágabb értelemben vett – informatikai, vagyis olyan technikai eszköz lehet, amelynek rendeltetése információs tevékenységek támogatása, megvalósítása.⁵ Az informatikai jelzőt eszközök esetében is a korábban bemutatott tartalommal használjuk, fenntartva azt a megjegyzést, hogy a körülhatárolt tartalom leírására bárki joggal használhat más kifejezést is.

Az információs szolgáltatásokat nyújtó hálózatok tartalmilag minden tekintetben megfelelnek a rendszerfogalom kritériumainak (működő technikai rendszerek), így elvileg, kellő önállóság esetén minden informatikai hálózat egyben – egy speciális – informatikai rendszernek is tekinthető. Ugyanakkor a két fogalom értelmezései számos esetben utalnak 'rész / egész', vagy 'szolgáltatást igénybe vevő / szolgáltatást nyújtó' viszonyra. A hálózatok és rendszerek viszonya alapvetően attól függ, hogy hol húzzuk meg a hálózat határait, mit tekintünk a hálózat részének és mit azon kívül álló összetevőnek.

Egy *hálózat határai, összetevőinek köre* megítélésünk szerint a hálózat által nyújtott szolgáltatások alapján határozhatóak meg. Ennek megfelelően azon összetevők tartoznak egy hálózathoz, amelyek hozzájárulnak a hálózati szolgáltatások megvalósításához és nem tartoznak oda azok, amelyek léte nincs hatással a nyújtott szolgáltatásokra. Ez a megközelítés elsősorban a csomópontok esetében jelent mérlegelési lehetőséget, hiszen a csomópontokat hálózatba kapcsoló logikai, vagy fizikai összeköttetések a hálózat lényegi részét képezik.

A hálózati csomópontok három nagy csoportját a hálózati szolgáltatások igénybevételét biztosító, illetve a szolgáltatásokat nyújtó csomópontok (végpontok), a hálózati információáramlást megvalósító, biztosító csomópontok (belső pontok), valamint az előző két funkcióval egyaránt rendelkező csomópontok képezik. Amennyiben ez utóbbiakat logikailag két összetevőre – egy végpontra és egy belső pontra – bontjuk és egy virtuális kapcsolattal kötjük össze, két alapvető csomópont-típussal kell számolnunk.⁶ Ezek közül a belső csomópontok⁷ egyértelműen a hálózat részét képezik, így a hálózathoz történő tartozás ténylegesen elsősorban a végpontok esetében vizsgálandó.

A *hálózati végpontok* információs szolgáltatásokat nyújtó technikai hálózatok esetében jellegüket tekintve két alapvető csoportba sorolhatóak. Az első esetben a hálózati végpont részét képezi a szolgáltatások igénybevételét, vagy nyújtását biztosító technikai eszköz, vagy rendszer, a másodikban viszont csak a csatlakozási lehetőséget biztosító felület (interfész) és szűkség esetén az ezt biztosító csatolóeszköz, csatolóelem tartozik a hálózathoz.

A távközlési szakterületen, az ISDN hálózatok kialakulása során a fenti két értelmezésnek megfelelően jelent meg a távszolgáltatások és a hordozó szolgáltatások fogalma [9]. Erre építhetőek a megfelelő hálózat fogalmak is⁸. A távszolgáltató hálózat sajátossága, hogy részét képezi a végberendezés és alkalmazás (e nélkül a szolgáltatás nem lenne elérhető), a hálózat az átvitt jelet, adatot – az alkalmazáshoz illeszkedő módon – feldolgozhatja, egy adott repre-

⁵ A meghatározás szerint ezek közé tartoznak pld. a távbeszélő, távíró, fax-készülékek, hagyományos és 'okos' mobiltelefonok, médialejátszók (MP3 player), GPS helymeghatározók és navigációs eszközök, bankjegykiadó automaták, bolti pénztárgépek, mérésadatgyűjtő eszközök, szenzor-berendezések, szórakoztató elektronikai eszközök, stb.

⁶ Mint azt a Távközlő hálózatok jegyzet is teszi logikai (forgalmi) hálózatok esetében [9, 64-65.o.].

⁷ Távközlő hálózatok esetében kapcsolók, rendezők, nyálábolók, számítógép-hálózatok esetében jelerősítők, passzív elosztók, kapcsolók, útvonalválasztók (csomagkapcsolók), átjárók, stb.

⁸ Teleservice network, bearer network.

zentációról egy másikra⁹ átalakíthatja. [10, 71. o.] Ezzel szemben a hordozó hálózat olyan hálózat, amely két vagy több pont között biztosít átlátszó – a hálózat által nem értelmezett, nem feldolgozott – adatátvitelt (jelátvitelt), nem csatlakozik hozzá közvetlenül végberendezés és nem tartozik hozzá alkalmazás sem.

A fenti két fogalom (megnevezés) a gyakorlatban széles körben nem terjedt el, azonban tartalmuk ma is alkalmas a hálózatok két nagy típusának elhatárolására. Ennek megfelelően megkülönböztethetünk a felhasználók által közvetlenül igénybe vehető, végszolgáltatásokat nyújtó hálózatokat és más rendszerek, hálózatok számára átviteli, hordozó szolgáltatásokat nyújtó hálózatokat.

A hálózatok vizsgálhatóak az informatikai rendszerek 'irányából' is. Informatikai rendszerekhez kapcsolódóan a hálózatok elsőként a ma már kihalóban lévő *távadatfeldolgozó rendszerek* esetében jelentek meg, amelyek lényege központi számítógép(ek) szolgáltatásainak elérése távolról, speciális – kezdetben kizárólag be- és kiviteli funkciókat megvalósító – technikai eszközök, végberendezések (ún. terminálok) segítségével. A távadatfeldolgozó rendszerek hálózatai egyszerű felépítésű, csillagtopológiájú hálózatok voltak, amelyek csomópontjait a központi számítógép, a terminálvezérlő eszköz és az ehhez kapcsolódó – közeli és távoli – terminálok alkották. A távoli terminálkapcsolatot biztosító adatátviteli vonalak az akkori távközlési rendszerek (telefon, telex, rádió) szolgáltatásaira épülve¹⁰ kerültek megvalósításra.

A számítógépek közötti adatátvitel – ezen belül a távoli számítógépek közötti távadatátvitel – lehetőségeinek bővülésével, elterjedésével a távadatfeldolgozó rendszereket az *elosztott rendszerek* követték. Az elosztott rendszerek fogalmának különböző meghatározásaival találkozhatunk, amelyek közül az egyik legelterjedtebb értelmezés Tanenbaum professzoré: önálló számítógépek együttese, amely felhasználói számára egyetlen koherens rendszernek tűnik. [11, 15. o.] Más, általánosabb megfogalmazás szerint egy elosztott rendszer több autonóm feldolgozó elem rendszere, amelyek együttműködnek egy közös rendeltetés megvalósítására, vagy egy közös cél elérésére. [12, 523. o.] Tágabb értelmezésben tehát az elosztott rendszerek összetevői nem feltétlenül számítógépek, hanem információcsere és más sajátos információs képességekkel rendelkező eszközök.

Az elosztott rendszerek két nagy csoportját a szorosan összekapcsolt és a lazán összekapcsolt¹¹ típusok alkotják. Az előbbiek jellemzője, hogy a feldolgozó elemek (csomópontok) rendelkeznek közös, osztozott memória-hozzáféréssel, míg az utóbbiaknál ez nem lehetséges, így esetükben a csomópontok közötti információcsere üzenetalapú. A szorosan csatolt rendszerek a gyakorlatban egymáshoz fizikailag közeli – egy rack szekrényben, egy eszközben, egy kártyán, vagy akár egy lapkán elhelyezett – elemekből állnak, amelyeket mikro-hálózatok kötnek össze. A továbbiakban – szűkebb értelmezés szerint – az elosztott rendszerek közül csak a lazán kapcsolt rendszerekkel foglalkozunk.

Sokan hagyományos értelemben a távadatfeldolgozó és az elosztott rendszerek fogalmait – kimondva, kimondatlanul – számítógépekhez, mégpedig általános célú számítógépekhez kapcsolják és nem tekintenek ebbe a csoportba tartozónak számos más, információs tevékenységet támogató rendszert, amelyek rendeltetése például *távirányítás/távvezérlés, távfelügyelet, vagy távmérés*¹² vagy ezek együttese. Az ilyen rendszerek sajátossága eredetileg az volt, hogy végberendezéseik jelentős része nem autonóm számítógép, hanem speciális beavatkozó, vagy érzékelő eszköz. Ezek azonban tágabb értelemben szintén az informatikai – rendeltetésük sze-

⁹ Például 4 kHz sávzélességű analóg jelről 64 kbit/s digitális adatfolyamra és vissza.

¹⁰ Az adatátviteli összeköttetést kapcsolt, vagy bérelt távközlési vonalak biztosították.

¹¹ Tightly coupled és loosely coupled.

¹² Remote control, remote monitoring, telemetry.

rint informatikai tevékenységet támogató, megvalósító – eszközök közé tartoznak és ugyan-ezen okból tágabb értelemben az említett rendszerek is informatikai rendszerek. Ebből következően az informatikai rendszerek és a hálózatok kapcsolatát vizsgálva ezen rendszereket is figyelembe kell venni.

A hálózatba kapcsolt, hálózatra épülő informatikai rendszerek¹³ szempontjából a hálózatok két nagy csoportba sorolhatóak. Az első csoportot az egyes (szervezeti, vagy funkcionális) *informatikai rendszerek saját, 'dedikált' hálózatai* alkotják, amelyek:

- az adott informatikai rendszer integráns részét képezik;
- szolgáltatásaikat kizárólag az adott informatikai rendszer számára nyújtják;
- irányításuk, felügyeletük az adott informatikai rendszer irányításának, felügyeletének részét képezi.

A dedikált hálózatok lehetnek autonóm (önmagukban is teljes körűen működőképes, minden kapcsolóelemet és átviteli vonalat magukban foglaló), vagy más hálózatok szolgáltatásaira (is) épülő hálózatok. Ez utóbbi esetben a külső szolgáltatások köre egyes átviteli utak (néhány, vagy több) külső megvalósításától az átviteli szolgáltatások teljes körének külső megvalósításáig terjedhet. A két végletet így a hálózat teljes mértékben saját fizikai megvalósítása, illetve az adott rendszer szempontjából teljes mértékben virtuális hálózat képezi.

A szervezeti, vagy funkcionális informatikai rendszerek hálózatainak határait "alulról" tehát az irányítás, felügyelet határai jelölik ki. Az ezen kívül álló hálózati összetevőkre, pontosabban az igénybevett hálózati szolgáltatásokra vonatkozóan az adott informatikai rendszer irányítói csak szolgáltatási megállapodásban rögzített igényekkel, követelményekkel élhetnek, a megvalósítás eszközeire, módjára érdemi ráhatásuk nincs. A hálózatok és szolgáltatásaik egymásra épülésével részletesebben majd a következő pontban foglalkozunk.

A második csoportba *a több informatikai rendszer számára szolgáltatásokat nyújtó hálózatok*, más néven szolgáltatói hálózatok tartoznak. Ezek kezdetben a hagyományos távbeszélő hálózatokat felhasználó modemes adatátviteli szolgáltatásokra épültek, a későbbiekben viszont megjelentek a speciális digitális átviteli technológiákra épülő adatátviteli hálózatok¹⁴. A távközlési szakterület megfogalmazása szerint az adatátviteli hálózat "adatátviteli szolgáltatások ellátására tervezett és optimalizált távközlő hálózat, amely hatékonyan képes adatok közvetítésére a hálózat végződése között". [10, 24. o.] Napjainkra ez a fogalom (és ehhez kapcsolódóan még inkább a távadatátviteli hálózat fogalma) megítélésem szerint idejét múltá, használatuk megtévesztő és kerüendő. Korunk integrált szolgáltatású hálózatait már nem egy adott típusú, hanem számos különböző szolgáltatás ellátására tervezik és optimalizálják, így csak adatátviteli szolgáltatást nyújtó hálózatról és nem adatátviteli hálózatról beszélhetünk. Ráadásul napjaink korszerű hálózatai ma már a nyújtott (vezetékes és mobil távbeszélő, műsortovábbító, műsorszóró, stb.) szolgáltatástól függetlenül mind adatátviteli technológiára épülnek, tehát tulajdonképpen már minden hálózat "adatátviteli hálózat".

Összességében megállapítható, hogy egy információs szolgáltatásokat nyújtó (informatikai) hálózat kellő autonómia esetén maga is informatikai rendszernek tekinthető. Egy informatikai hálózat határai a hálózat által nyújtott szolgáltatások, illetve az egyes összetevők ehhez történő hozzájárulása alapján határozhatóak meg. Ebből a szempontból a két nagy csoportot a felhasználók által közvetlenül igénybe vehető, végszolgáltatásokat nyújtó hálózatokat és a más rendszerek, hálózatok számára átviteli, hordozó szolgáltatásokat nyújtó hálózatok képezik. Ez utóbbiak csak az információtovábbítást biztosító csatolóelemeket (interfészeket), kapcsolóelemeket és átviteli vonalakat foglalják magukban, míg a végszolgáltatásokat nyújtó há-

¹³ Networked (IT) systems.

¹⁴ Ritkábban, elsősorban a távközlési szakterületen: adathálózatok, adatközlő hálózatok.

lőzatok részét képezik a szolgáltatások igénybevételét biztosító végberendezések, valamint a szolgáltatások nyújtásában részt vevő (kiszolgáló) eszközök, berendezések.

Az informatikai hálózat (mint rendszer) más rendszerekhez (hálózatokhoz) viszonyítva lehet:

- önálló (autonóm) rendszer;
- egy rendszer viszonylagos önállósággal rendelkező, de annak részét képező alrendszere;
- más rendszer(ek) számára szolgáltatásokat nyújtó (ehhez esetleg további szolgáltatásokat felhasználó) önálló rendszer.

Az elsöre példának tekinthetők az első távíró, vagy távbeszélő hálózatok (rendszerek). A második típusba tartoznak például a térfigyelő rendszerek, vagy a felügyeleti, irányító és adatgyűjtő rendszerek dedikált hálózatai. Végül a harmadik csoportba sorolhatóak korunk integrált szolgáltatású távközlő hálózatai.

INFORMATIKAI HÁLÓZATOK EGYÜTTMŰKÖDÉSE, INFORMATIKAI HÁLÓZATOK FELÉPÍTÉSE, ÖSSZETEVŐI

Az információs szolgáltatásokat nyújtó technikai hálózatok alatt – mint azt a korábbiakban rögzítettük – olyan hálózatot értünk, amelynek elemei (csomópontjai) informatikai képességekkel rendelkező technikai egységek, eszközök, vagy rendszerek, és amelyek között információtovábbítást, információcserét biztosító kapcsolatok állnak fent. Az informatikai hálózatok – sőt minden hálózat – megfelelnek a rendszer-kritériumoknak, így esetükben is értelmezhető az alhálózat (alrendszer) fogalma, illetve hálózatok, mint összetevők összekapcsolódhatnak egy nagyobb hálózatban (amelynek így alhálózatait képezik).

A rendszerelméleti megközelítésnek megfelelően az informatikai alhálózat egy nagyobb informatikai hálózat olyan része (összetevője), amely önmagában is informatikai hálózatnak tekinthető. Csomópontjai és kapcsolatai közé az eredeti hálózat csomópontjainak és kapcsolatainak egy része tartozik. Összetett informatikai hálózat alatt pedig olyan hálózatot értünk, amelyen belül önálló alhálózatok különíthetők el. Megjegyzendő, hogy egy informatikai hálózat lehet része, informatikai alhálózata más rendeltetésű (nem informatikai) technikai hálózatnak is, azonban ezzel a következőkben külön nem foglalkozunk.

Az *összetett hálózat*, *alhálózat* fogalmak használata során először arra kell választ adni, hogy mikor és milyen szempontok alapján tekinthető egy informatikai hálózati eszköz-együttes önálló hálózatnak (alhálózatnak), vagy egy hálózat összetett hálózatnak, vagyis összekapcsolódó, együttműködő hálózatok együttesének. Az önállóság kritériumai természetesen vizsgálati, gyakorlati szempontoktól függően különbözőképpen határozhatóak meg. A kritériumok közé tartoznak mindenekelőtt: a rendeltetés, a technológia, az irányítás/felügyelet, a biztonsági követelmények/megoldások, valamint a földrajzi elhelyezkedés. Ezek a tényezők sok esetben egymással összefüggésben állnak: eltérő rendeltetéshez, vagy eltérő földrajzi jellemzőkhöz (kiterjedéshez) többnyire eltérő technológiai megoldások is tartoznak. Elemi hálózatnak egy meghatározott rendeltetésű, valós fizikai kapcsolatokra épülő, egységes irányítás alatt álló hálózatot (erőforrás-rendszert) célszerű tekinteni. Ezen felül további kritérium lehet az alkalmazott technológiai megoldás (valamilyen szintű) azonossága is.

Az összetett hálózatok lényegét meghatározott szempontok szerint elkülöníthető *(al)hálózatok összekapcsolódása, együttműködése* képezi, amelyek így a felhasználók számára, szolgáltatási szempontból egyetlen hálózatnak 'látszanak'. Hálózatok összekapcsolásának alapvető célja az általuk nyújtott szolgáltatások körének, elérhetőségének kibővítése. Ennek első lehetősége a szolgáltatásokat igénybevevők, az egymással "egy hálózaton lévő" – így egymással információt cserélni (kommunikálni) képes – felhasználók körének bővítése volt, ami a föld-

rajzilag, vagy szolgáltatók szempontjából elkülönült hálózatok összekapcsolódásában jelentkezett. Erre elsőként a hagyományos távbeszélő hálózatok esetében került sor, majd ezt követte a számítógép-hálózatok globális hálózattá kapcsolódása.

A hálózatok összekapcsolódása során a felhasználói kör bővítése mellett cél lehet az azonos, vagy hasonló szolgáltatások különböző megoldásokkal, technikai módszerekkel történő elérésének biztosítása, illetve a szolgáltatások körének, vagy lehetőségeinek bővítése. Az előbbire példa a vezetékes, a mobil- és a számítógépes (pld. Skype-alapú) beszédkommunikációt biztosító hálózatok összekapcsolása. Az utóbbihoz sorolható a számítógépen elérhető SMS-szolgáltatás, illetve számítási képességeket biztosító hálózatok (gridek), számítási felhők, továbbá érzékelő, vagy tároló-hálózatok összekapcsolása.

A hálózatok összekapcsolódása gyakorlatilag a hálózatok közötti információcsere lehetőségének megteremtését, biztosítását jelenti. Ez a távközlési szakterület szakkifejezéseit felhasználva [részletesebben lásd 10, 71-73. o.], azt tágabban értelmezve megvalósulhat egyenrangú és hierarchikus összekapcsolás révén.

Egyenrangú összekapcsolás alatt két hálózat közötti olyan közvetlen kapcsolatot, információcsere megoldást értünk, amelyet egy – mindkét hálózat csomópontját képező – csatlakoztató egység valósít meg. A csatlakoztató egység feladata az összekapcsolt hálózatok közötti különbözőségek feloldása, a hálózatok között kicserélt információk és szolgáltatások szükség szerinti, interoperábilis átalakítása. A csatlakoztató egységet távközlési hálózatokban általában együttműködető egységnek, számítógép-hálózatokban pedig a feloldandó technológiai eltéréstől függően átjárónak, hídnak, kapcsolónak, elosztónak, jelismétlőnek nevezik.¹⁵

A gyakorlatban több hálózat összekapcsolása a páronkénti, egyenrangú megoldás helyett hatékonysági szempontokból már általában egy e célra kialakított – összekapcsoló – hálózat segítségével történik, ami szükség esetén több szinten megismételhető. A *hierarchikus összekapcsolás* tehát hálózatok közötti olyan közvetett kapcsolat, megoldás, amelyben az információcsere lehetőségét egy másik hálózat biztosítja. Ebben az esetben az összekapcsolandó hálózatok egy-egy csatlakoztató egységgel kapcsolódnak az őket összekapcsoló, más néven gerinchálózathoz, amely gondoskodik a továbbítandó információk az érintett hálózatok (csatlakoztató egységeik) közötti átvittetéséről.

A hierarchikus összekapcsolás során a páronkénti összekapcsolások (átalakítások) nagyobb számával szemben csak egy, vagy néhány közös közvetítő megoldásra (szabályrendszerre és formátumra, protokollra) történő át- és visszaalakításra van szükség. Az információcsere a gerinchálózatban az összekapcsolandó hálózatok szempontjából átlátszó módon valósul meg. Megjegyzendő, hogy a végfelhasználói szolgáltatásokat nyújtó hálózatok hierarchikus összekapcsolása ezen hálózatok és a gerinchálózat egyenrangú összekapcsolásai révén valósul meg.

Az egyenrangú és hierarchikus összekapcsolás fogalmaira építve az összetett hálózatokat is *egyenrangú és hierarchikus felépítésű hálózatok* típusaiba sorolhatjuk. A hierarchikus (felépítésű, architektúrájú) hálózat olyan összetett hálózat, amelyben az alhálózatok hierarchikus módon, egy gerinchálózat segítségével kapcsolódnak össze. Hangsúlyozni érdemes, hogy hierarchikus felépítésű hálózatról és gerinchálózatról csak összetett hálózat esetében van értelme beszélni, egyébként minden hálózatot gerinchálózatnak tekinthetnénk.

Egyenrangú (összetett) hálózat alatt olyan összetett hálózatot értünk, amelyben az alhálózatok között csak egyenrangú, páronkénti kapcsolatok léteznek. Az egyenrangú összetett hálózat fenti fogalma nem keverendő össze az egyenrangú hálózat¹⁶ széles körben haszná-

¹⁵ Interworking unit (IWU), gateway, bridge, switch, hub, repeater.

¹⁶ Peer-to-peer network.

latos értelmezésével. Ez utóbbi olyan hálózat (ellentéte a kiszolgáló-alapú hálózat), amelynek összetevői az erőforrás-megosztás szempontjából egyenrangúak, egyaránt lehetnek a szolgáltatások központi koordináció nélküli nyújtói és igénybevevői.

A *gerinchálózat*¹⁷ egy összetett hálózat azon alhálózata, amely a hálózat más részeit, alhálózatait legmagasabb szinten kapcsolja össze, biztosít köztük információcserét. A gerinchálózat nélkül az összetett hálózat önálló, egymástól elszakított alhálózatokra esik szét. Mivel a hierarchikus összekapcsolás több szinten is lehetséges, így összetett hálózatban a gerinchálózat által összekapcsolt alhálózatok maguk is lehetnek hierarchikus felépítésűek, rendelkezhetnek – az összetett hálózat szempontjából alacsonyabb szintű – gerinchálózattal. Számítógép-hálózati terminológiában ennek a nagy kiterjedésű hálózatok¹⁸, illetve ezek együttese – maga az Internet – fogalma felel meg.

A gerinchálózat kifejezés mellett a szakirodalomban – sok esetben szinonim értelemben – találkozhatunk a *törzshálózat*¹⁹ kifejezéssel is. Az előbbi inkább szervezeti, az utóbbi inkább szolgáltatói hálózatok esetében használatos. A hagyományos távíró- és távbeszélő hálózatok esetében a törzshálózat (központközi hálózat) a kapcsolóközpontok közötti rész megnevezése volt, gerinchálózat alatt pedig a törzshálózat primer (saját körzetszámmal rendelkező) központjai közötti hálózatrészt értették. [10, 17. o.]

Szolgáltatói hálózatok esetében, amelyek jellemzően nagy kiterjedésű hierarchikus felépítésű összetett hálózatok, a felhasználói szolgáltatások elérését biztosító hálózati elemek (végberendezések) a gerinchálózatnak nem képezik részét, ahhoz vagy a gerinchálózathoz csatlakozó alhálózatok, vagy egyedi összeköttetések segítségével kapcsolódnak. Ennek megfelelően a szolgáltatói hálózatok további alhálózatai²⁰ a végberendezések csatlakoztatásában, a hálózati szolgáltatások elérésében játszott szerepük alapján a távközlési szakterület megnevezésével hozzáférési és körzeti (felhordó) hálózatok közé sorolhatóak. A hozzáférési, körzeti és törzshálózatokat – bár valójában egyenrangúan összekapcsolt hálózatok – sokszor hierarchikusan egymásra épülő, úgynevezett hálózati síkokba rendezve jelenítik meg.

A *hozzáférési (elérési) hálózat*²¹ egy összetett hálózat azon része, amelyhez a felhasználói végberendezések közvetlenül kapcsolódnak (vagy annak részét képezik) és amely közvetlenül, vagy más hálózaton keresztül kapcsolódik a szolgáltatást (internet, távbeszélő, műsorszétesztő, stb.) nyújtó hálózatrészekhez (a törzs-, vagy gerinchálózathoz). Hagyományos távközlési hálózatok esetében ez a végberendezések (előfizetők) és a helyi kapcsolóközpontok közötti hálózatrész, számítógép-hálózatok esetében ezt a szerepet a helyi hálózatok valósítják meg, kábeltévé hálózatok esetében pedig a hozzáférési hálózat(ok) megnevezése házhálózat és bekötőhálózat.

A *körzeti (felhordó, nagyvárosi, aggregációs) hálózat*²² általában nagyobb hálózatok esetében megjelenő olyan hálózat, amelynek rendeltetése a hozzáférési hálózatok és a gerinchálózat közötti hatékony és gazdaságos kapcsolat megteremtése, a hozzáférési hálózatok forgalmának összefogása (rendszerzése, rendezése, kapcsolása). Számítógép-hálózatok esetében ezeket a nagyvárosi hálózatoknak²³ nevezik, kábeltévé hálózatok esetében pedig a vonalhálózat fogalommal találkozhatunk.

¹⁷ Backbone network, network backbone.

¹⁸ Wide Area Network (WAN).

¹⁹ Core network.

²⁰ A hozzáférési, vagy felhordó hálózatokat és a gerinchálózatot (törzshálózatot) különböző szolgáltatók is üzemeltethetik.

²¹ Access network.

²² Aggregation / backhaul / metro[politan] network.

²³ Metropolitan Area Network (MAN).

Hierarchikusan összekapcsolt hálózatok esetében a felső hálózatot ráépített, az alsót alaphálózatnak is nevezik.²⁴ [10, 73. o.] A *ráépített* (átfedő) *hálózat* valós csomópontok és logikai kapcsolatok olyan logikai (virtuális) hálózata, amely egy másik hálózatra, annak szolgáltatásaira épül. A ráépített hálózat csomópontjait tehát logikai (virtuális) kapcsolatok kötik össze, amelyeket az alaphálózat egy, vagy több fizikai kapcsolatából álló útvonalai valósítanak meg. A ráépített hálózat olyan szolgáltatásokat nyújt, amelyek az alaphálózatban nem, vagy nem a szükséges módon állnak rendelkezésre. A ráépített hálózat lehet végszolgáltatásokat, vagy hordozó szolgáltatásokat nyújtó hálózat, az alaphálózat viszont csak hordozó hálózat lehet.

Ráépített és alaphálózatokra példák: faxhálózat távbeszélő hálózat felett, számítógép-hálózat távbeszélő hálózat felett, PDH hálózat SDH hálózat felett, vagy IPv6 hálózat IPv4 hálózat felett. Eredetileg az Internet is a távbeszélőhálózatra épülő ráépített hálózat volt, ma már viszont a hálózatok többsége az Internetre épülő ráépített hálózat.

A ráépített hálózatok speciális fajtája a *virtuális magánhálózat*²⁵, amely az alaphálózat – jellemzően nyilvános távközlési infrastruktúra – szolgáltatásaira építve, alagútprotokollok és informatikai védelmi eljárások segítségével biztosítja az információáramlás bizalmasságát. [13] Más megfogalmazásban a virtuális magánhálózat nyilvános, vagy magánhálózatok felhasználása más hálózati felhasználóktól elkülönített felhasználói csoportok létrehozására, amelyek egymás között úgy cserélnek információt, mintha magánhálózaton lennének. [14, 6. o.]

A virtuális magánhálózatok egyrészt magánhálózatokat kapcsolnak össze biztonságosan, másrészt egyes eszközök hálózathoz kapcsolódását biztosítják biztonságos módon. A virtuális magánhálózatokban a csomópontok közötti információcsere virtuális kapcsolatokon át, a közvetítő (közbenső) hálózat(ok)on beágyazottan, a hálózatok más eszközei számára láthatatlan módon kerül megvalósításra. A virtuális magánhálózat alhálózatai egy-egy átjárón keresztül kapcsolódnak az alaphálózatra (Internetre), majd miután hitelesítették egymást, kiépítenek egy-egy titkosított alagutat az alhálózatok közti forgalom ezeken az alagutakon keresztül folyik. A virtuális magánhálózathoz egy távoli, vagy mobil állomás is csatlakozhat, ebben az esetben az állomás egyben átjáró is.

Az egyes konkrét hálózatok leírására különböző absztrakciós szintek választhatóak, amelyekhez hálózatfogalmak is kapcsolódnak. A két végletet a részletektől leginkább elvonatkoztató logikai és a legrészletesebb leírást tartalmazó fizikai megközelítés képezi. A két véglet között – elsősorban számítógép-hálózatok esetében, az OSI rétegmodellhez kapcsolódóan – két további szinttel is találkozhatunk. Így a négy hálózati absztrakciós szint a fizikai hálózat, az adatkapcsolati hálózat, a forgalmi hálózat és a logikai hálózat.²⁶

A *fizikai hálózat* részét képezi valamennyi csomópont és az ezeket összekötő valamennyi átviteli út (vezetékes és vezeték nélküli útszakasz, irányított, vagy osztott átviteli közeg). Csomópont minden olyan technikai elem, amely átviteli úthoz kapcsolódik (vezetékekhez csatlakozik, vagy adó/vevő interfésszel rendelkezik). [10, 63. o.]

Az *adatkapcsolati (transzport)*²⁷, *vagy szállító* hálózat az első absztrakciós szint, amelynek csomópontjai a végpontok mellett a hálózat 2. OSI – adatkapcsolati – rétegbeli feldolgozást (is) végző elemei. Ennek a hálózatnak már nem képezik részét (pontosabban nem kerülnek

²⁴ Overlay network, base network.

²⁵ Virtual Private Network (VPN).

²⁶ Physical network, data link/transport network, traffic network, logical network.

²⁷ Ebben az összefüggésben nem összekeverendő a transzport hálózat gerinchálózat tartalmú értelmezésétől.

megjelenítésre) a jelismétlők, jel-elosztók, de szerepelnek benne a kapcsolók és az útválasztók²⁸. A hálózat elemei közötti kapcsolatok itt már bizonyos értelemben logikai jellegűek.

A *forgalmi hálózat* a második absztrakciós szint, melynek csomópontjai között a végpontok mellett már csak azon kapcsolóeszközök (elsősorban útválasztók) szerepelnek, amelyek 3. OSI – hálózati – rétegbeli feldolgozást végeznek. Ebben a modellben különválasztásra kerülnek a végberendezések, valamint a gerinchálózat (törzshálózat). Ez utóbbinak részét képezik a gerinchálózati határcsomópontok és belső csomópontok, illetve a más hálózatokhoz történő csatlakozást biztosító kapcsolóeszközök. [10, 63-64. o.]

A legmagasabb szintű absztrakciót a tisztán *logikai hálózat* képezi, amely a végpontok (végberendezések) mellett más csomópontokat, kapcsolóelemeket nem is tartalmaz. Ennek ábrázolása általában a megszokott felhő szimbólummal történik, amely egymagában képviseli a végpontok közötti kapcsolatokat, jelezve hogy minden csomópont bármely másikkal információ- (adat-) kapcsolatban áll.

ÖSSZEZÉS, KÖVETKEZTETÉSEK

A szakirodalom tanulmányozása azt bizonyítja, hogy nem találkozunk a rohamos ütemben integrálódó információs (számítástechnikai), kommunikációs (távközlési), média- és más tágabb értelemben vett információs (navigációs, információgyűjtő, vezérlési/szabályozási, stb.) technológiák hálózatfogalmi alapjául szolgáló átfogó hálózatfogalommal, meghatározással. A különböző szakterületek önálló fejlődésük során kialakult saját fogalmakat használnak, összefoglaló fogalmakként csak olyan kifejezések jelentek meg, amelyek tartalma nem öleli fel az információs szolgáltatásokat nyújtó hálózatok teljes körét.

Megítélésünk szerint az integrálódó szakterületek közös kiinduló pontot képező alapfogalmát a következő tartalom képezheti: olyan hálózat, amelynek rendeltetése információs tevékenységek támogatása, megvalósítása, elemei technikai eszközök (rendszerek) és az elemek között információcserét biztosító valós fizikai, vagy absztrakt – más hálózatok szolgáltatásaira épülő – logikai kapcsolatok állnak fent. Ez fogalom a technikai hálózatok alárendelt fogalma, amelynek megkülönböztető jegye a rendeltetése. A fogalom megnevezésére a magyar (szak)nyelvben számos jelzős kifejezés – pld. információs, informatikai, infokommunikációs, információtechnológiai, stb. – lehetséges lenne, amelyek közül majd a használat választja ki (esetleg) az egységesen elfogadottat. Jelen publikáció az információs szolgáltatásokat nyújtó hálózatok megnevezésére az informatikai hálózat kifejezést használja.

Az információs szolgáltatásokat nyújtó hálózatok elsőként az információtovábbítás támogatására jelentek meg. Ezek közé a hagyományos távközlési (távíró, távbeszélő, telex, fax, és műsorközlő) hálózatok tartoztak. A következő csoportot az információk, információs képességek megosztását támogató számítógép-hálózatok képezték. Végül megjelentek a hálózatba kapcsolódó összetevők képességeinek egyszerű összegzését meghaladó, magasabb szintű, vagy akár új képességek kialakítását támogató hálózatok. A konvergencia és integráció következtében napjaink hálózatai már egyre kevésbé sorolhatóak be a szakterületi kategóriákba, emiatt is szükséges egy minden korábbi és újonnan megjelenő, szakterületi hálózat-fogalmat keretbe foglaló átfogó fogalom bevezetése. Ezzel párhuzamosan egyre kevésbé használhatóak az olyan fogalmak, mint számítógép-hálózat, adatátviteli hálózat, távadatátviteli hálózat.

Mivel az informatikai hálózatok minden tekintetben megfelelnek a rendszerfogalom kritériumainak (működő technikai rendszerek), így elvileg informatikai rendszernek is tekinthetőek. Ugyanakkor a két fogalom értelmezései számos esetben utalnak 'rész / egész', vagy 'szol-

²⁸ Router.

gáltatást igénybe vevő / szolgáltatást nyújtó' viszonyra. A hálózatok és rendszerek viszonyának tisztázásához meg kell tudni határozni a hálózatok határait, el kell dönteni mit tekintünk egy hálózat részének és mit azon kívül álló összetevőnek.

Egy hálózat határai, összetevőinek köre megítélésünk szerint a hálózat által nyújtott szolgáltatásokhoz kapcsolódóan határozható meg, vagyis azon összetevők tartoznak egy hálózat-hoz, amelyek hozzájárulnak a hálózati szolgáltatások megvalósításához és nem tartoznak oda azok, amelyek léte nincs hatással a nyújtott szolgáltatásokra. Ebből következően a hálózat információáramlást támogató belső csomópontjai és a csomópontokat összekapcsoló logikai, vagy fizikai összeköttetések a hálózat lényegi részét képezik.

Így mérlegelési lehetőség csak a hálózati szolgáltatások igénybevételét biztosító, illetve a szolgáltatásokat nyújtó csomópontok esetében van, ami alapvetően két megközelítést nyújt. Az első a végszolgáltatásokat nyújtó hálózat, amelynek részét képezik részét a szolgáltatások igénybevételét biztosító végberendezések, valamint a szolgáltatások nyújtásában részt vevő (kiszolgáló) eszközök, berendezések. A második az átviteli, hordozó szolgáltatásokat nyújtó hálózat, amely csak az információtovábbítást biztosító csatolóelemeket (interfészeket), a hálózati kapcsolóelemeket és az átviteli vonalakat foglalja magában.

Az információs szolgáltatásokat nyújtó (informatikai) rendszerek szempontjából a hálózatok két nagy csoportba sorolhatóak. Az első csoportot az egyes (szervezeti, vagy funkcionális) informatikai rendszerek saját, 'dedikált' hálózatai alkotják, a másodikba a több informatikai rendszer számára szolgáltatásokat nyújtó, más néven szolgáltatói hálózatok tartoznak. A dedikált hálózatok lehetnek autonóm, vagy más hálózatok szolgáltatásaira (is) épülő hálózatok.

Az informatikai hálózatok (mint rendszerek) esetében is értelmezhető az alhálózat (alrendszer) fogalma, illetve hálózatok, mint összetevők összekapcsolódhatnak egy nagyobb hálózatban (amelynek így alhálózatait képezik). Az informatikai alhálózat egy nagyobb informatikai hálózat olyan része (összetevője), amely önmagában is informatikai hálózatnak tekinthető. Összetett informatikai hálózat alatt pedig olyan hálózatot értünk, amelyen belül önálló alhálózatok különíthetők el.

Egy informatikai hálózati eszköz-együttes különböző kritériumok alapján tekinthető önálló hálózatnak (alálózatnak). Ezek közé tartoznak mindenképp: a rendeltetés, a technológia, az irányítás/felügyelet, a biztonsági követelmények/megoldások, valamint a földrajzi elhelyezkedés. Elemi hálózatnak így egy meghatározott rendeltetésű, valós fizikai kapcsolatokra épülő, egységes irányítás alatt álló, esetleg azonos technológiát alkalmazó hálózatot (erőforrás-rendszert) célszerű tekinteni.

Összetett hálózatok (al)hálózatok összekapcsolódása, együttműködése révén jönnek létre, amelyek ezzel a felhasználók számára, szolgáltatási szempontból egyetlen hálózatnak 'látszanak'. A hálózatok összekapcsolásának alapvető célja az általuk nyújtott szolgáltatások körének, elérhetőségének kibővítése. Az összekapcsolás lehet egyenrangú, vagy hierarchikus. Az előbbi két hálózat közötti olyan közvetlen kapcsolat, információcsere megoldás, az utóbbi hálózatok közötti olyan közvetett kapcsolat, megoldás, amelyben az információcsere lehetőségét egy másik hálózat biztosítja.

A hierarchikus felépítésű összetett hálózatok alhálózatai egy gerinchálózat segítségével kapcsolódnak össze. A gerinchálózat által összekapcsolt alhálózatok maguk is lehetnek hierarchikus felépítésűek, rendelkezhetnek alacsonyabb szintű gerinchálózattal. A gerinchálózat kifejezés mellett – elsősorban szolgáltatói hálózatok esetében – találkozhatunk a törzshálózat kifejezéssel is. Szolgáltatói hálózatok esetében a végberendezések csatlakoztatásában, a hálózati szolgáltatások elérésében játszott szerepük alapján további alhálózatok – hozzáférési és

körzeti (felhordó) hálózatok – különíthetők el. Ezek a hálózatok az egyes hálózattípusok esetében más megnevezést is viselhetnek.

Hierarchikusan összekapcsolt hálózatok esetében használatos a ráépített és az alaphálózat fogalma. A ráépített (átfedő) hálózat valós csomópontok és logikai kapcsolatok hálózata, csomópontjait az alaphálózat egy, vagy több fizikai kapcsolatából álló útvonalaira épülő logikai kapcsolatok kötnék össze. A ráépített hálózatok speciális fajtája a virtuális magánhálózat, amely az alaphálózat szolgáltatásaira és speciális megoldásokra építve valósít meg védett információcserét, magánhálózatot.

A hálózatok leírása különböző absztrakciós szinteken lehetséges. Ennek megfelelően beszélhetünk fizikai hálózatokról, amelyeknek részét képezi valamennyi csomópont és valamennyi átviteli út. Az adatkapcsolati (transzport, szállító) hálózatnak a végpontok mellett már csak a legalább 2. rétegbeli feldolgozást (is) végző elemek részei. A hálózat elemei közötti kapcsolatok itt már bizonyos értelemben logikai jellegűek. A forgalmi hálózat csomópontjai között a végpontok mellett már csak azon kapcsolóeszközök (elsősorban útválasztók) szerepelnek, amelyek 3. rétegbeli feldolgozást végeznek. Végül a legmagasabb szintű absztrakciót a tisztán logikai hálózat képezi, amely a végpontok (végberendezések) mellett más csomópontokat, kapcsolóelemeket nem is tartalmaz.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Manuel CASTELLS: *Az információ kora: Gazdaság, társadalom és kultúra. I. kötet A hálózati társadalom kialakulása.* – Gondolat-Infonia, Budapest, 2005.
- [2] *Digitális Megújulás Cselekvési Terv 2010-2014. Az infokommunikációs ágazat cselekvési terve a társadalom és a gazdaság megújulásáért.* – Nemzeti Fejlesztési Minisztérium, Budapest, 2010 december.
- [3] MUNK Sándor: A kommunikáció fogalomrendszerének keretei az integrálódó információs technológiák korában. – In. *Kommunikáció 2009 konferencia kiadványa*, 2009.10.14., Budapest, ZMNE (51-64.o.)
- [4] MUNK Sándor: Hálózatok fogalma, alapjai. - *Hadmérnök*, 2010. (V.)/3. (176-186.o.)
- [5] Andrew S. TANENBAUM: *Számítógép-hálózatok.* Második, bővített, átdolgozott kiadás. – Panem Könyvkiadó, Budapest, 2003.
- [6] *IEC Electropedia: The World's Online Electrotechnical Vocabulary.* - International Electrotechnical Commission, Genf, 2010.
[www.electropedia.org, 2011.04.15.]
- [7] *ISO/IEC 2382-1:1993 Information Technology – Vocabulary – Part 1: Fundamental Terms. Third Edition.* – International Organization for Standardization/International Electrotechnical Commission, Genf, 1993.
- [8] MUNK Sándor: *Katonai informatika II. Katonai informatikai rendszerek, alkalmazások.* Egyetemi jegyzet. – Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, Budapest, 2006.
- [9] *ITU-T Recommendation I.210, Integrated Services Digital Network (ISDN) service capabilities. Principles of telecommunication services supported by an ISDN and the means to describe them.* – International Telecommunication Union, 1993
- [10] HENK Tamás-NÉMETH Krisztián: *Távközlő hálózatok. Jegyzet.* – BME Távközlési és Médiainformatikai Tanszék, 2005.
- [11] Andrew S. TANENBAUM-Maarten VAN STEEN: *Distributed Systems: Principles and Paradigms.* Prentice Hall, 2002.
- [12] Alan BURNS-Andy WELLINGS: *Real-time systems and programming languages (3rd edition).* – Addison Wesley, 2001.

- [13] *VPN Technologies: Definitions and Requirements*. – VPN Consortium, Santa Cruz, 2008 július.
[www.vpnc.org/vpn-technologies.html, 2011.04.15.]
- [14] ANDERSSON L., MADSEN, T.: *RFC 4026, Provider Provisioned Virtual Private Network (VPN) Terminology*. – Internet Engineering Task Force, 2005 március.