

## Hálózatok (1. rész)

Magazinunk lelkes és kitartó olvasói az elmúlt több mint egy évben végigizgulhatták az operációs rendszerek belsejét feltáró sorozatunkat. Ez azonban véget ért, de nem maradunk érdekesítő téma nélkül. Következzenek most a hálózatok!

**A**z operációs rendszereket tárgyaló sorozatban tudatosan kerültünk minden olyan témát, amelynek bármilyen köze is lehetne a hálózatokhoz. Ennek az oka, hogy egy életképes hálózati modell működése csaknem olyan bonyolult, mint egy operációs rendszer. Ezért új sorozatunk hasonló lehetetlen feladatra próbálkozik: megpróbálja bemutatni, hogyan is működik egy világméretű hálózat, például az internet.

Aki már nagyon unja az operációsrendszer-témát, és épp örömtüzeket gyűjtött, hogy végre teljesen más vizekre evezünk, az sajnos téved. A számítógépes hálózatok szorosan összefüggnek az operációs rendszerekkel. A legfontosabb hálózati szolgáltatások megvalósításáért ugyanis a legtöbb esetben maga az operációs rendszer a felelős. Gondoljunk a Linux-rendszer-magra, amely az adatátviteli protokollok (TCP, UDP) megvalósítása mellett még egy csomagszűrő tűzfalat is tartalmaz. De létezik egy olyan operációs rendszer is, amelynek a fejlesztői (valószínűleg inkább üzleti, mint szakmai megfontolásból) úgy gondolják, jó dolog, ha a böngésző is a rendszer egyik szerves, éppen ezért elválaszthatatlan részét képezi.

Ez a sorozat tehát némileg az előzőre épül, de remélhetőleg azoknak is minden érthető lesz, akik az operációs rendszerekről szóló elmélkedéseinket nem olvasták. Hogy pontosan miről lesz szó az elkövetkezendőkben, nehéz pár mondatban leírni. Mindenképpen az alaplolgokkal kezdünk, aztán rátérünk a hálózati eszközökre, majd a hálózati programokra. Az elején mindennek az elméleti oldalával ismerkedünk meg, majd a gyakorlatban is bemutatjuk: megvizsgáljuk, miként is működik maga az internet. Mindezek mellett természetesen linuxos „vonatkozása” is lesz sorozatunknak, azaz a gyakorlati példákat a Linux-rendszer-mag hálózati részén mutatjuk be, és természetesen szó lesz arról is, hogy mire jó az a sok szolgáltatás, amit belefördíthetünk a rendszer-magunkba.

Úgy illik, hogy először megmondjuk, mi az a számítógép-hálózat – olvasóink többsége azonban biztos sértésnek venné, ha most több oldalon keresztül elmagyaráznánk, miről is szól ez a sorozat. Így hát rövidre fogjuk: ma már a számítógép olcsó, simán vehetünk egyet minden munkatársnak az irodába. Ha egy csomó gépünk van, felmerül az igény, hogy összekössük őket, egyrészt azért, hogy az adatokat könnyebben átvihessük egyik gépről a másikra, másrészt azért, hogy ne minden géphez egyenként kössük be az internetet. Megállapíthatjuk tehát: a számítógépes hálózat hétköznapi jelenség.

Ez a jelenség azonban nemcsak mindennapi, de viszonylag új is. Volt idő, amikor a számítógép drága volt, és nem alkalmazottként, hanem cégenként akadt egy belőle (már ha az adott cégnek olyan jól ment, hogy beruházhatott egy ilyen masinába). Ezt az egy gépet használta minden felhasználó, akik terminálok segítségével dolgoztak.

Az első számítógépes hálózatok története arra az időre nyúlik vissza, amikor a gépek ára annyira leesett, hogy a cégek akár

két masinát is tudtak venni. Ekkor kezdtek elgondolkozni azon, hogy milyen jó lenne, ha meg lehetne oldani, hogy a különálló gépek összekapcsolódhassanak egymással. Ez volt a hálózatok megszületésének pillanata – a további történéseket pedig már ismerjük.

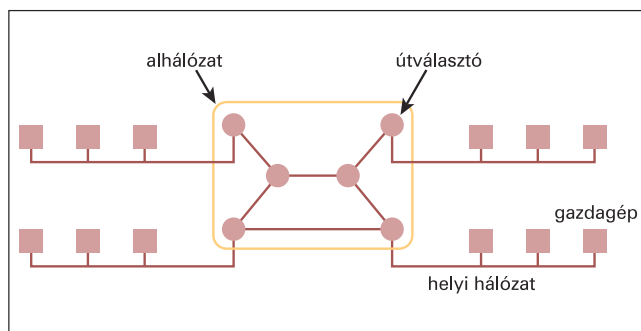
A fentiekből adódóan nem tekinthetjük hálózatnak az olyan rendszereket, ahol egy központi géphez olyan más gépek kapcsolódnak, amelyek között egyértelműen mester–szolga viszony alakult ki, ilyenek például a terminálok. Most jöjjön egy nehéz kérdés: hálózat-e vajon egy osztott rendszer, másnéven telep? Természetesen nem. A telepben ugyan fizikailag különálló gépek vannak összekötve, de a felhasználó nem látja külön-külön a gépeket, az egész hálózat egyetlen számítógépként viselkedik. Amikor a felhasználó létrehoz egy állományt, nem tudja, hogy melyik gép merevlemezén lesz tárolva. Amikor a felhasználó elindít egy programot, nem tudja, hogy az melyik gép processzorán fog futni – ezeket a dolgokat az operációs rendszer dönti majd el. Egy hálózatban azonban a felhasználó pontosan meg tudja nevezni, hogy éppen melyik gép erőforrását használja. (A telepek esete valójában bonyolultabb. A gépek tulajdonképpen hálózatba vannak kötve, és az adatok továbbítására is az elkövetkezendőkben bemutatott módszerek valamelyikét használják. A különbség tehát nem a vasban, hanem inkább a hálózati programban van: a telep nem más, mint egy olyan programrendszer, amely a már meglévő és működő hálózatra ráépülve a gépeket elrejtja a felhasználók szeme elől, azt az érzetet keltve bennük, hogy csak egyetlenegy gép van, amely jóval nagyobb kapacitással bír, mint a hálózatba kötött gépek bármelyike).

### A hálózati eszközök

Ha csoportosítani szeretnénk az összes színes és szagos hálózatot, amely kis világunkban fellelhető, egyből komoly nehézségeink adódnának. A nehézségeket az a tény okozná, hogy nem létezik egy olyan általános osztályozás, amelynek alapján mindenfajta hálózatot beskatulázhatnánk.

Azért nincs veszte minden, létezik ugyanis két olyan tényező, amely alkalmas kiindulási pontot jelenthet egy-egy hálózat vizsgálatásakor. Az első ilyen tényező az úgynevezett átviteli technológia.

Kétféle átviteli technológia létezik: az üzenetszórásos és a kétpontos. Kezdjük az üzenetszórásossal: ebben az esetben a hálózatban jelenlévő gépek egy közös csatornán osztoznak. Ha valaki beleszól ebbe a csatornába, azt mindenki meghallja. Ha az egyik gép üzenetet szeretne küldeni a másik gépnek, akkor először meg kell mondania, hogy kinek küldi, majd el kell mondania az üzenetet. A többi gépnek ezért minden üzenetet meg kell vizsgálnia, hogy neki szól-e. Ha ő a címzett, akkor a bejövő üzenetet fel kell dolgoznia, ha nem, akkor figyelmen kívül hagyja. Ez a dolog nagyon hasonlít a CB-rádiók



1. ábra

A gazdagépeket egymással az útválasztók hálózata, más néven az alhälőzat köti össze. Egy útválasztóhoz nemcsak egy gazdagép, hanem egy egész gazdagépből álló helyi hálózat is kapcsolódhat

működéséhez, de aki utazott már repülővel, az is részesévé vált egy üzenetszórásos kapcsolattartásnak. Gondoljunk csak arra, amikor a hangosbemondó elmondja, hogy melyik járat utasai melyik kapuhoz fáradjanak a beszálláshoz.

Az összes ezen az elven alapuló hálózatban létezik egy olyan szolgáltatás, amellyel egy gép üzenetet küldhet az összes másiknak – ez maga az üzenetszórás (broadcasting). A gyakorlatban ez úgy szokott működni, hogy létezik egy különleges cím, és az összes oda küldött üzenet az összes géphez eljut. Bizonyos rendszerek azt is lehetővé teszik, hogy a hálózat gépei csak egy bizonyos csoportjának küldjünk üzenetet; ez a csoportszórás (multicasting), megvalósítására pedig sokféle módszer kínálkozik.

Az ilyen elven működő hálózatok (mint például az ethernet-hálózatok) egy komoly biztonsági hiányosságot hordoznak magukban: a kapcsolattartás bárki számára könnyedén lehallgatható. Ez az úgynevezett szaglászás (sniffing), és a hallgatózók (snooping) ellen csak a kapcsolattartás titkosításával védekezhetünk.

Az üzenetszórás teljes ellentéte a két pontos átviteli technológia. Itt a gépeket párosával kapcsoljuk össze, azaz egy csatornán csak két gép osztozhat. Mivel egy nagyobb hálózatnál nem oldható meg, hogy minden géphez egy, a hálózat összes többi gépéhez vezető külön csatorna tartozzon, az üzenetek általában több gépen is keresztülmennek, mire célba érnek. Az összekapcsolástól függően két gép között több út is létezhet, ezért megjelenik a forgalomirányítás gondja. Erről majd részletesen is szólunk, amikor az útvonalválasztók (router) kerülnek terítékre.

### Hálózatok mérete

Akad még egy olyan jellemző, amivel minden hálózat rendelkezik. Bizony, most jönnek az informatikaórák kedvelt tananyagaként szereplő LAN (helyi hálózat), MAN (városi hálózat) és WAN (széles kiterjedésű) hálózatok. A különbség közöttük nem merül ki annyiban, hogy míg az első csak egy épületnyi, addig a második már egy városnyi és az utolsó gigászi méretű hálózat.

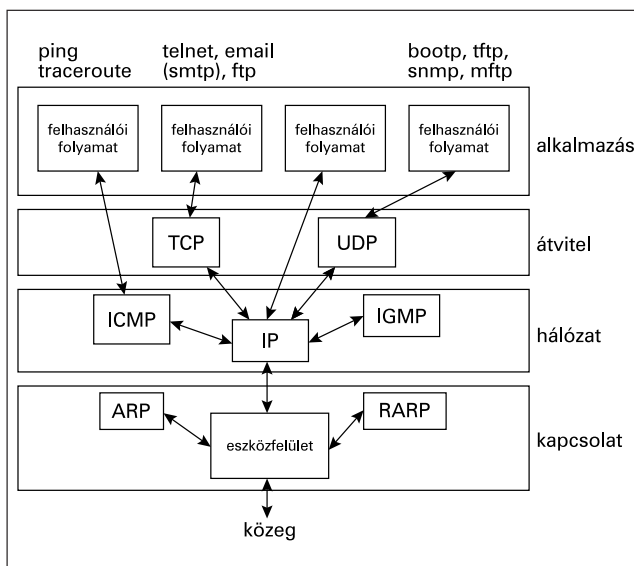
A LAN (Local Area Network, azaz helyi hálózat) legfontosabb ismérve az, hogy kis kiterjedésű, általában egy, esetleg két épület; ennél nagyobb azonban nem lehet. Mivel a mérete korlátozott, létezik egy jól behatárolható időtartam, ami alatt a küldött adat biztosan megérkezik.

A leggyakoribb helyi hálózat az úgynevezett sínkiépítés (topológia), amikor a gépek egyetlen kábelre vannak felfűzve. Itt egyértelműen üzenetszórásot alkalmazunk. Az ilyen megol-

dásnál fontos, hogy egyszerre mindig csak egy gép adhasson, különben gubanc lesz. Ennek irányítására ezért különböző szabványokat vezettek be. Ezek közül messze legismertebb az ethernet, amely a nehézséget a következőképpen oldja fel: minden gép akkor ad, amikor csak jólesik neki. Ha azonban két vagy több csomag ütközik, akkor a küldeni kívánó gépek mind véletlenszerű ideig várakoznak; ezután ismét megpróbálkoznak a küldéssel.

A MAN (Metropolitan Area Network, vagyis nagyvárosi hálózat) már egy picit nagyobb terjedelmű dolog, mint a helyi hálózat, de igazából nem sokban különbözik. Azért érdemes mégis szólni róla pár szót, mert létezik egy szabvány, ami egyre jobban kezd elterjedni, ez pedig a DQDB (Distributed Queue Dual Bus). A lényege az, hogy húznak két egyirányú sít, amelyre rácsatlakoztatják a számítógépeket. Mindkét sínhez egy főállomást rendelnek, ez felel az átvitel irányításáért.

Ha egy gép a tőle jobbra lévő gépnek szeretne adatot küldeni, akkor a felső sínrre, ha pedig a balra lévőnek, akkor az alsó sínrre kerül az adat. Fontos még megjegyeznünk, hogy egy



2. ábra

A képen példát láthatunk arra, hogy milyen rétegekből is épülhet fel egy hálózat. Ezt a „felosztást” használja az internet is

nagyvárosi hálózat csakis akkor lehet hatékony, ha van olyan csatorna, amihez a gépek könnyedén kapcsolódni tudnak. A WAN (Wide Area Network, széles kiterjedésű hálózat) hatalmas terjedelmű, országos, esetleg földrésznyi méretű hálózat. Kétféle gépet foglalhat magában: az egyik az a fajta, amelyik képes a felhasználói programok futtatására: ezeket gazdagépeknek (host) nevezzük. A gazdagépeket úgynevezett kapcsolattartási alhälőzat köti össze a többi gazdagéppel. Az alhälőzat többnyire átviteli vonalakból és kapcsolóelemekből áll. (Az elnevezés megtévesztő, mivel ez az alhälőzat nem azonos azzal az alhälőzattal, amellyel a hálózati címzésnél találkozhatunk.)

A kapcsolóelemek képezik a másik gépcsoportot, amely egy széles hálózatban le lehet fel. Míg a gazdagépek „egyszerű” számítógépek, amelyeken a felhasználók alkalmazásokat futtatnak, addig ezek a kapcsolóelemek különleges masinák, és semmi másra nem jók, mint hogy két vagy több átviteli vonalat összekapcsoljanak. Mi ezeket útválasztónak (router) nevezzük. Ezt megvilágítandó vessünk egy pillantást a 3. ábrára. Ezen azt látjuk, hogy az egymáshoz közel lévő gazdagépek egy helyi

hálózatra vannak felfűzve, és ez a helyi hálózat kapcsolódik egy útválasztóhoz. Természetesen az is lehet, hogy egy útválasztóhoz csak egyetlen gazdagép kapcsolódik. Az ábrából az is kiderül, hogy az útválasztók összessége alkotja az alhálózatot, amelybe a gazdagépek nem tartoznak bele (ez nagyon fontos dolog!). Az ilyen nagy kiterjedésű hálózatoknál gyakori, hogy egy útválasztó egy olyan útválasztónak akar adatot továbbítani, amelyhez nem rendelkezik közvetlen kapcsolattal. Ilyenkor csakis közvetett módon, más útválasztók segítségével tudja célba juttatni az adatot.

### Összekapcsolt hálózatok

Kétségtelenül számos előnnyel jár, ha számítógépeinket összekapcsolhatjuk és hálózatokat hozhatunk létre. Ennél már csak az lenne előnyösebb, ha a hálózatokat is összekapcsolhatnánk. Itt azonban felmerül egy komoly gond. Amikor hálózatokat építünk, akkor tudatosan úgy vásároljuk az eszközöket, hogy azok egymással minden téren együttműködők legyenek.

Ha azonban két független hálózatot szeretnénk összekapcsolni (amelyeket valószínűleg két különböző ember épített), akkor könnyen elképzelhető, hogy a két hálózat mind az eszközök, mind a programok terén különbözni fog.

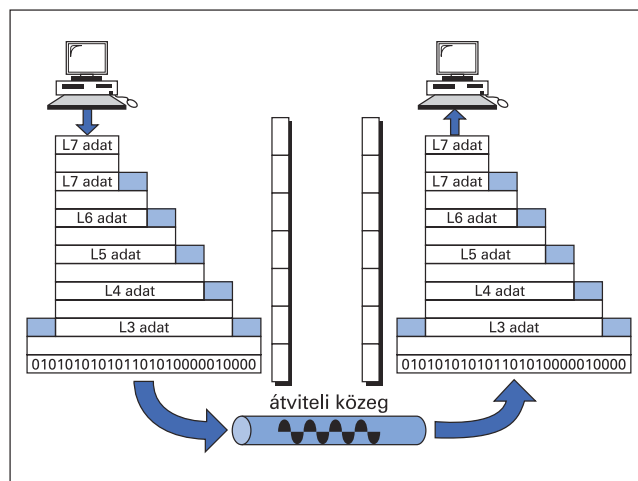
Ezért egy másik különleges számítógépre van szükség, az átjáróra (gateway), amely – mint nevében is benne van – biztosítja az átjárhatóságot két hálózat között. Az átjárókkal összekapcsolt hálózatokat internetworknek, röviden csak internetnek nevezik.

Az internetre a legjobb példa maga az Internet, amely egy, az egész világot behálózó, összekapcsolt hálózat. Sőt ma már ennél sokkal több. Mára ugyanolyan közvetítőközeggé lett, mint a tévé meg a rádió, ezért igazából kisbetűvel illik írni, hiába tulajdonnév és csak egy van belőle, hiszen a világból is csak egy van, mégsem írjuk nagy kezdőbetűvel. Akárhogy is, ennek fejtegetése nem tartozik sorozatunk témájához, és a továbbiakban az (I/i)nternetre kizárólag szakmai szemmel tekintünk. Ezért kénytelenek vagyunk a következő kitételeket tenni: amikor azt mondjuk, hogy internet, akkor általánosságban az összekapcsolt hálózatokról beszélünk. Amikor pedig az mondjuk, hogy Internet, erről a világméretű hálózatról lesz szó.

### A szerkezet

Az odáig rendben van, hogy a gépeket kábelekkal, esetleg rádió-adóvevőkkel összedugdossuk. Ez azonban édeskevés, mivel ezzel csak a csatornát teremtettük meg, amin keresztül a kapcsolattartás zajlik – a gépeknek ugyanis szót is kell érteniük egymással. Ekkor jut szerephez a hálózati program. Hogy a hálózati program ne legyen túl bonyolult, minden hálózat esetében az a bevált szokás, hogy rétegekre (ha úgy tetszik szintekre) bontják. Minden rétegre csak egyetlen feladat hárul, és az adott feladat megoldása teljesen független a többi rétegtől. A továbbiakban egy hétköznapi életből vett történet segítségével próbáljuk meg bemutatni, hogyan is működik a hálózati program. Számos alapvető, ám rendkívül fontos dologról lesz szó az elkövetkezendőkben, elképzelhető, hogy olvasóink többségének ezek ismerősek lesznek. Ugyanakkor lényeges, hogy átbeszéljük ezeket, mivel egész cikksorozatunk erre fog épülni.

Azért – a félreértések elkerülése végett – azt előrebocsátanánk, hogy a hálózati program nem olyan program, amit az ember boltban megvásárol CD-n, vagy letölti valamelyik warez-oldalról. A hálózati program tulajdonképpen egy programcsomag, amelynek a legelső rétege az ethernetkártyánkba van beleéget-



3. ábra

Ez az ábra remekül szemlélteti, miként is jut el az adat az egyik gépen futó felhasználói alkalmazástól a másik gépen futó folyamathoz. Ahogy a csomag egyre alsóbb rétegekhez kerül, a mérete egyre nő, mivel minden réteg tesz hozzá valamilyen extraadatot. Fontos, hogy fizikai kapcsolat csak a legelső rétegek között zajlik

ve, a középső rétegek az operációs rendszer részei, és a legfelső szintű részeket pedig a felhasználó telepíti és használja (például amikor a Netscape-pel böngészik a neten). Ezeket így együttesen hálózati programoknak nevezzük.

A történet tehát a következőképp hangzik: él két filozófus, akik szakmai vitát szeretnének folytatni egymással az élet értelméről. A gond azonban abból adódik, hogy az első filozófus csak angolul, a másik meg csak németül tud. Ezért felfogadnak maguk mellé egy-egy tolmácsot. Az angolul tudó filozófus elküldi kutatásának az eredményeit a tolmácsának, aki a másik tolmáccsal már megállapodott egy semleges nyelv használatában (legyen ez a spanyol). A tolmács az üzenetet lefordítja spanyolra, majd átadja titkárnőjének, hogy küldje el a másik tolmácsnak. A titkárnő megegyezik a német filozófus tolmácsának titkárnőjével (reméljük, a történet még követhető), hogy elektronikus levélben küldi el az anyagot. Miután ez megtörtént, a német filozófus tolmácsa lefordítja a spanyol szöveget németre, majd átnyújtja a főnökének.

Ez a mese nem bővelkedett ugyan izgalmas fordulatokban, és csattanó sem volt a végén, mégis számos tanulsággal szolgálhat. Figyeljük meg, hogy a filozófusokat egyáltalán nem érdekli, hogy a két tolmács spanyolul, vagy valamilyen más közösen beszélt nyelvet használ. A filozófusokat az sem érdekli, hogy a titkárnők elektronikus levélben, esetleg faxon küldik el az életbölcösségeket. Ugyanakkor a titkárnőket sem érdeklik, hogy a tolmácsok és a filozófusok milyen nyelven beszélnek. Nekik csak az a fontos, hogy az előre megbeszélt módon (jelen esetben elektronikus levélben) célba jusson az üzenet. A kapcsolattartás tehát úgy is sikeresen végbement volna, ha a titkárnők faxot, a tolmácsok pedig valami ősi bibliai nyelvet használnak.

A hálózati program is valahogy így működik. A filozófus jelképezi a legfelső (felhasználói) szintet. Őt nem érdekli más, csak hogy az üzenete célba érjen. Ezért egy úgynevezett csatolófelület segítségével kapcsolatba lép a tolmáccsal, amondja neki az üzenetet – ezzel az ő feladata véget is ért. A titkárnő ebben a modellben a legelső réteget képviseli. Az ő csatolófelültre „csatlakozik” a tolmács, aki már a semleges nyelvre lefordított üzenetet adja át.



Figyeljük meg, hogy a rétegek mindig csak a velük azonos szinten lévő rétegekkel állnak kapcsolatban: a filozófus a másik filozófusnak, a tolmács a másik tolmácsnak, a titkárnő pedig a másik titkárnőnek küldi az üzenetet. (Az más kérdés, hogy a két tolmács között az üzenet átmegegy még két titkárnőn, a német filozófus előtt meg két tolmácson és két titkárnőn). A titkárnők azonban sosem beszélnek a másik fél tolmácsával, és a tolmácsok sem beszélnek a másik fél titkárnőjével.

Ahhoz, hogy az azonos rétegek beszélgethessenek, szükség van olyan megállapodásokra, amelyek rögzítik a párbeszéd szabályait. Ilyen például az, hogy a tolmácsok egymás között a spanyol nyelvet használják, a titkárnők pedig elektronikus levélen keresztül továbbítják egymásnak az adatokat. Ezeket a megállapodásokat protokolloknak nevezzük.

### Hálózati kiépítések

Az első ilyen dolog a csatolófelület, amelyről azt mondtuk, hogy a két réteg közötti kapcsolatot valósítja meg. A gyakorlatban a csatolófelület nem más, mint elemi műveletek halmaza. Azokat az elemi műveleteket tartalmazza, amelyeket az alacsonyabb réteg a közvetlenül felette lévő réteg számára el tud végezni.

A rétegek és a rétegek által használt protokollok pontosan meghatározzák a hálózatot, ezért őket együttesen hálózati kiépítésnek nevezzük. A hálózati kiépítésbe azonban nem tartozik bele, hogy a rétegeket miként valósítják meg (implementation). Ugyanígy nem foglalkozik a csatolófelületek meghatározásával. Ezek mind-mind a programozóra vannak bízva, aki megírja az adott réteghez tartozó programot, illetve (a fizikai rétegek esetében) elkészíti az adott eszközt.

Végül nézzünk egy példát egy üzenet elküldésére, hátha ezzel megvilágíthatjuk az esetlegesen sötétben maradt foltokat. Tegyük fel, hogy az adott hálózati kiépítés négy rétegből áll. A legfelső rétegbe mindig a felhasználói alkalmazások tartoznak, így egy felhasználói folyamat az elküldeni kívánt üzenetet átadja a harmadik rétegnek. A harmadik réteg nem tesz semmiféle kikötést az üzenet hosszára nézve, mivel a felhasználóknak elég kényelmetlen lenne, ha például egyszerre csak 100 bájtot küldhetnének. A valóságban azonban nem lehet bármekkora adatot egyszerre átvinni, ezért a második rétegnek meg kell határozni valamiféle legnagyobb méretet.

Ha az üzenet nagyobb, mint ez a legnagyobb méret, akkor a harmadik rétegnek fel kell darabolnia. A darabok elé egy fejléct illeszt, amely elárulja, hogy ez az üzenet hányadik darabja. Ez azért hasznos, mert egyik rétegnek sem kell figyelnie arra, hogy az üzenetdarabokat sorrendben továbbítsa. Ezenkívül nagyobb hálózat esetén hétköznapi jelenség, hogy a célállomásra nem a küldés sorrendje alapján érkeznek meg az adatok.

A második réteg – ha úgy gondolja – további adatokat csatolhat a csomaghoz, majd átadja a legalsó rétegnek, amely a fizikai továbbításért felelős. Amikor az üzenet megérkezik a célállomásra, a második réteg „leszedi” az általa csatolt adatokat, majd küldi tovább a harmadiknak. A harmadik a darabokból összeállítja a teljes csomagot (előtte mindegyikről letakarítja a fejléct), majd továbbítja a legfelsőnek. Láthatjuk, hogy az üzenethez extraadatot csak az alsó rétegek csatolhatnak, és ezek az adatok nem kerülnek a célállomás felsőbb rétegeihez.

Garzó András (garzoand@interware.hu)

