

# Csaba László: Visszaemlékezések

Bakonyi Péter visszaemlékezéseinek<sup>2</sup> olvasása során természetesen felvetődhet néhány kérdés. A legfontosabb az, hogy a munka során kerültek-e elő olyan tudományos-műszaki kérdések, amelyek végül döntően meghatározták az elkészült számítógép-hálózat létrejöttét és működésének módját, és ha voltak, melyek voltak ezek.

Voltak ilyen pontok. Talán nagyképűség nélkül mondhatjuk, hogy kollégáinkkal, akik a munka érdemi részét végezték, jó döntéseket hoztunk, ellenkező értelmű döntés erőfeszítéseinket kudarcra kárhoztatta volna. Ennek okait később elmondjuk.

Három ilyen „fordulópontról” szeretnénk most szólni, de sajnálatosan némi kis előkészítő elmélkedésre szükség lesz. Ennek alapvetően két oka van. Egyfelől nagy valószínűséggel a mai fiatalok nem is találkoztak ezekkel a kérdésekkel, másfelől az idősebbek számára talán nem árt felfrissíteni ezeket. Mi volt ez a három döntési pont, illetve kérdés:

1. Az ún. DATAGRAM szolgáltatáson/protokollokon/adatcsomagokon alapuló (ez lényegében a TCP/IP, azaz az internet) hálózati működés elvetése és a CCITT szabványainak megfelelő ún. X.25 interfészes csomagkapcsolt adathálózat kidolgozása.
2. Az IIF-program indulásakor ehhez az elvhez való ragaszkodás, a NEDIX, valamint DECNET megoldások elvetése.
3. Saját fejlesztésű hardver eszközpark kidolgozása, miniszámítógépekre való támaszkodás helyett.

<sup>2</sup> Bakonyi Péter és Csaba László közös visszaemlékezéseket írtak, ezeket a szerkesztő vágta szét.

### Első kérdés: miért X.25?

Természetesen az adathálózat csak az alap, a lényeg a tartalomban van, azaz az adathálózat segítségével nyújtott számítógép-hálózati szolgáltatásokban. Ezekről nem kívánunk most szólni, de megemlítjük, hogy ezeket a szolgáltatásokat ma majd mindenki, még ha kissé átalakult formában is, mindennap használja, mivel ezek az elektronikus levelezés, az állományátvitel, és adatbázisok lekérdezése. Ezeket az IIF-rendszer működésének megindításakor már szolgáltatottuk.

A legtöbb taglalásra számot tartó fogalommal, címszóval az anyag természete okán nem tudunk most részletesebben foglalkozni, csak felsoroljunk néhányat: ISO-OSI, SNA, ESZR, MSZR, vonalkapcsolás, adatátvitel a beszéd célú távközlő hálózatok másodlagos felhasználásával. Az adatátvitel akkor még számottevő bithiba aránnyal történt (nem volt optikai kábel alapú távközlés, még ígéret formájában sem).

Kicsit foglalkozzunk most azzal, hogy miként kerültem az MTA SZTAKI-ba, illetőleg egyik elődjébe az AKI-ba. 1958-ban végeztem az Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi Karán, fizikusként. Ellentétben csoporttársaim jó részével, akik között későbbi jó nevű fizikusok is voltak, mint például Pálla Gabriella, Kroó Norbert, én a Beloiannisz Híradástechnikai Gyárba kerültem gyártmánytervezőként, a Mikrohullámú Fejlesztési Osztályra Uzsoky Miklós munkatársaként.

A BHG mikrohullámú osztály feladata 28 csatornás, mikrohullámú átvitelen alapuló, beszédátvitelre alkalmas berendezés kifejlesztése és gyártásba adása volt. A berendezés tömeggyártásba került szovjet olajvezetékek hírközlésében. Így indult távközléshez kapcsolódó pályám, amely a SZTAKI-ban szintén Uzsoky Miklós vezetésével, távadat-feldolgozással, adatátviteli kérdések megoldásával folytatódott, és végül a számítógép-hálózatok kérdéseihez vezetett.

A SZTAKI-ban az Uzsoky Miklós vezette osztály feladata elsősorban digitális berendezések számítógéppel segített tervezése, gyártása és ellenőrzése volt. Ebben én csak, mint csoportvezető vettem részt, szakmai munkám továbbra is az adatátvitelhez kap-

csolódott. Uzsoky Miklós elgondolása alapján kidolgoztunk egy olyan eljárást, amely lehetővé tette digitális jelek átvitelét, vagyis számítógépek, terminálok, kommunikációját. Az elv és a berendezés lényege az volt, hogy lehetséges moduláció és demoduláció alkalmazása nélkül adatok átvitele, mégpedig beszéd átvitelére alkalmas távközlő hálózatok másodlagos kihasználásával. A berendezés több példányban gyártásra került, és ezeket használtuk, az Akadémia nagy számítógépének és termináljaink összekapcsolására. Később ebből a témából írtam kandidátusi értekezésem.

Az adatátviteli vonalcsatlakozót a Posta távközlő hálózatához kellett csatlakoztatni. Hosszú és végül eredményes küzdelem után ez sikerült, mivel be tudtuk bizonyítani, hogy a berendezésnek csak azoknak a szabványoknak és előírásoknak kell megfelelni, amely a távbeszélő hálózatot közvetlenül érintik, de azoknak nem, amelyek a modemek tulajdonságait írják le. Így ismerkedtem meg a Posta illetékes szakembereivel, köztük Horváth Pállal, a MATÁV későbbi vezérigazgatójával. Ennek eredményeként ránk bízta az első hazai digitális adathálózat felhasználó oldali végberendezésének tervezését és gyártását.

A hatvanas években, az USA-ban, többek úttörő munkája eredményképpen létrejött a számítógépes távfeldolgozás új elve, az úgynevezett csomagkapcsolás. Paul Baran, Lawrence Roberts, és Leonard Kleinrock voltak az első úttörők. Paul Baran feladata az volt, hogy találjon olyan kommunikációs eljárást, amely (atom)bombabiztos. Baran eljutott a centralizált topológiától a decentralizálton keresztül a szétszórt topológiáig, és azt vizsgálta, hogyan viselkedik egy ilyen topológia, különböző támadásokkal és károsodásokkal szemben. A hálózatokról nagyon sok ismeretünk van ma már, és eléggé természetesnek tűnik, hogy egy ilyen elosztott topológián két tetszőleges pont között nemcsak egy kapcsolat van, hanem több útvonalon is lehet vezetni az információ áramlását és természetesen rendelkezik egy komoly hibatűrő képességgel. Ennek pedig az a módja, hogy a számítógépek üzeneteit egységekre bontjuk, és úgy visszük át az elosztott átviteli hálózaton. Ezzel megszületett a csomagkapcsolás elve. Amikor a SZTAKI-ban számítógép-hálózatok kérdéseivel foglalkozni kezd-

tünk, már elég kiterjedt hálózat volt az USA-ban az ARPANET, és Európában is létrejöttek az első számítógép-hálózatok: Franciaországban a Ciklades, Angliában is egy hasonló hálózat. Az ARPANET alapvető protokollja az IP (internet protokoll) és a TCP (transmission control protokoll).

Az ISO OSI referenciamodell szerint a hálózatok működéséhez szükséges tevékenységeket olyan entitások végzik, amelyek réteges szerkezetként elképzelt modell egyes rétegeiben helyezkednek el, egy-egy rendszeren belül. A rétegek, a fölöttük lévő számára szolgáltatást nyújtanak, az alattuk lévőtől szolgáltatást igényelnek. Az entitások adategységeket küldenek távoli rendszerekben található partnereiknek, miközben a működésüket protokollok szabályozzák. Az ISO OSI hét réteget definiált, ezek közül számunkra most az alsó négy fontos. Alulról a harmadik ún. hálózati rétegben helyezkednek el az IP protokollokat megvalósító entitások, üzeneteiket „datagram”-nak nevezzük.

Az IP protokoll arról gondoskodik, hogy egy szétszertott rendszerekből álló hálózatban a datagramok eljussanak a címzethez, függetlenül attól, hogy a csomópontok mely sorozatán haladnak keresztül. Minden datagram önálló egység, a küldő és a fogadó hálózati címét hordozza, néhány kiegészítő információval együtt, mint például a datagram életének ideje. A hálózat alsó szintjén a távbeszélő-hálózat másodlagos kihasználását biztosító fizikai réteg van, amely viszonylag alacsony sebességgel, elég nagy hiba aránnyal biztosította, egymással összekötött rendszerek közt az átvitelt, azaz a datagramok továbbítását. Minden csomópont a fogadó címéből, a hálózat állapotától függően küldte tovább a datagramot, vagy ha erre nem volt módja eldobta. Így nem biztosították azt, hogy a datagram célba érjen. Elvben ez ma is így van, ezért nevezik az Internetet best effort hálózatnak, vagyis olyanak, amely mindent megtesz a datagramok célba juttatásáért, de ezt garantálni nem tudja.

Európában is elkezdődött szabványosítási tevékenység az IFAC WG96 keretében. Ennek célja datagram alapú hálózat létrehozása volt. A IIASA-n (International Institute for Applied Systems Analysis, Laxenburg Austria) keresztül mi is megkaptuk az anya-

gokat, és azon gondolkodtunk, miként lehet egy ilyen hálózatot kidolgozni. Nem egyszerű feladat, ha csak arra gondolunk, hogy a csomópontok, átviteli utak állapotát tudatni kell a hálózatban működő többi csomópontokkal, ennek alapján kell eldönteni, hogy merre kell egy adott datagramot tovább küldeni. Nem célszerű a datagramokat körbe-körbekeríteni, és így tovább.

Mivel az IP protokoll nem gondoskodik a datagramok biztonságos célba juttatásáról, valamit ki kellett találni. Vint Cerf, aki többször járt Magyarországon, a legenda szerint egy kocsmában egy szalvétára, lerajzolta a TCP alapjait. A TCP protokoll a végrendszerekben kerül megvalósításra – ez fontos, jegyezzük meg – és gondoskodik arról, hogy az esetleg nem időrendben érkező datagramok sorrendezésre kerüljenek, ha kiderül egyik-másik elveszése, újraküldésükről gondoskodják.

A 70-es évek vége felé a távközlési vállalatok megérezték a veszélyt és szabványosításba kezdtek. A CCITT megalkotta a nyilvános csomagkapcsolt adathálózat alapvető „szabványait” az X.25-öt, X.75-öt, és a csomag összeállításra, szétbontásra vonatkozó ajánlásokat (X.3, X.28, X.29). Az utóbbiak lényegében arról szóltak, miként kell aszinkron terminálok, mint például a teletype karakter sorozataiból csomagokat alkotni.

*Mi is volt az alapvető probléma?* A távközlési szakemberek elborzadtak attól a gondolattól, hogy olyan szolgáltatást nyújtson egy professzionális távközlő-hálózat, ahol egyrészt legfontosabb tényezőként díjat kell szedni, ugyanakkor azt kell mondani a felhasználónak, hogy átvesszük a datagramokat, elküldjük, de azt, hogy azok sorrendben érkeznek-e meg, azt nem garantáljuk, esetleg el is veszhetnek, értesítés és nyom nélkül.

A CCITT azt mondta, mindenki olyan csomagkapcsoló adathálózatot gyárt és üzemeltet, amelyet csak akar, mi szabványosítjuk az előfizetői interfész-, és a hálózatok csatlakozó felületeinek (interfészeinek) működését.

Tehát ISO-OSI értelemben az X.25 olyan szabvány, amely meghatározza két rendszer, a felhasználó rendszere, valamint a szolgáltató rendszere közötti interfészre, vagyis az OSI három alsó rétegeire vonatkozó eljárásokat és adat egységeket. Az X.75 egyfe-

lől nagyon emlékeztet az X.25 előírásaira, másfelől két szolgáltató egymással szomszédos rendszerének interfészére vonatkozik.

Az X.25 ajánlás virtuális áramkörön történő, sorrendtartó, hibamentes csomagáramlást ír elő, oly módon, hogy mindkét partner az adatáramlást, túlterhelés elkerülése végett, visszatarthatja, azaz adatfolyam vezérlés lehetséges. A virtuális áramkör azonban csak a felhasználó és a szolgáltató rendszere közötti interfészen kerül értelmezésre. A virtuális áramkör felépítése hívási eljárással kezdődik, amikor a felhasználó az adatátvitelre vonatkozó követelményeit rögzítheti. A szolgáltató eldöntheti, hogy a rendelkezésre álló erőforrások alapján ezt a hívást elfogadja vagy visszautasítja.

Amikor nyilvánvalóvá vált számunkra, hogy Európában elsődlegesen X.25 ajánlással jellemezhető adathálózatok fognak hamarosan szolgáltatásba kerülni, és ilyen számunkra a későbbiek szempontjából döntő fontosságú osztrák adathálózat, amelyet a Radio Austria működtetett, felvetődött a kérdés, ne térjünk-e át egy ilyen csomagkapcsolt adathálózat alapú számítógép-hálózat létrehozására.

Ezzel párhuzamosan az ISO OSI egyik munkacsoportja megkezdte az OSI negyedik rétegének szabványosítását. Ebben a munkában módomban volt részt venni. A negyedik réteg feladata, olyan szolgáltatás nyújtása az ötödik réteg számára, amely tetszőleges hosszúságú adatblokkok ún. transzport service data unitok, hibamentes, adatfolyam-vezérlésnek alávetett átvitelét teszi lehetővé.

Hamarosan kiderült, hogy a feladatot egyetlen transzportprotokoll szabványosításával nem lehet megoldani. Ha a 3. réteg olyan datagram szolgáltatást nyújt, mint az Internet, a TCP funkcióival megegyező transzportprotokollt kell alkalmazni. Ez lett a 4-es osztályú protokoll, másfelől ha jó minőségű X.25 típusú adathálózat alkotja az alsó három réteget, szinte semmire sincs szükség azonkívül, hogy a tetszőleges hosszúságú transzport szerviz data unitokat darabolni-összeállítani kell, mivel az X.25 viszonylag rövid csomagokat továbbít. Ez lett a nulladik osztályú transzportprotokoll. Később mi a fentieknek lényegében megfelelően, teljesen üres,

nullmértékű transzportréteget használtunk, rábíztuk az alkalmazásra, mint például az ELLA elektronikus levelező entitásra, azaz szoftverre az X.25 meghajtását, illetve attól adatok fogadását.

Visszatérve az alapvető kérdésre, miként lehet egy X.25 interfészű adathálózat belsejét kialakítani, az első gondolata az lehetne az embernek, hogy csináljunk egy TCP/IP-hálózatot, de a felhasználókat ne az IP-csomagokkal szolgáljuk ki, hanem építsünk egy interfészréteget, amelynek rendszereiben a hálózat felőli oldalon TCP/IP van. A TCP mint transzportréteg oldja meg a kívánalom szerinti feladatokat, a felhasználó felőli oldalon pedig legyen X.25 interfész.

Volt olyan távközlési vállalat, amely az X.25 szabványosításakor már kész volt datagram-hálózatával, és ezért ezt az utat választotta. Részletes specifikációjuk sokáig volt az asztalomon.

Mi azonban más utat választottunk. Észrevettük, nem volt nehéz, hogy ha kissé módosított X.25 azaz az X.75 alkalmas csomagkapcsolt adathálózatok összekapcsolására, akkor alkalmas csomóponti gépek összekapcsolására is. Ez azt jelentette, hogy lényegében egyetlen, háromszintű protokollrendszert kellett kidolgozni, ahol az alsó szint triviális, lényegében az adatátviteli vonalcsatlakozó meghajtása, a második szint a LAPB pedig az szintén jól ismert volt egyéb fejlesztések okán. A harmadik szinten pedig X.25 interfészű rendszerek kapcsolódtak össze, ahol egy csomóponton belül, az egyik oldalon hibamentesen beérkező csomagok kiküldéséről kell gondoskodni a másik oldalon. Az egyben azt is jelenti, hogy az X.25 ún. CALL-csomagja végighalad a csomópontok egy során, mintegy maga után húzva egy virtuális áramkört. A feladat minden csomópont számára ennek a virtuális áramkörnek számontartása a két interfészen.

Ha most valaki felkiált, hogy ez árulás, igaza van. Ez a megoldás egyrészt a csomagkapcsolás alap gondolatának feladása. Itt ugyanis egy „hívás”-hoz tartozó csomagok mindig egy adott, a CALL-csomag által kijelölt úton haladnak. Ha egy csomópont kiesik, meghibásodik, vagy lebombázzák, a virtuális áramkör megszakad pont úgy, mint a távbeszélő kapcsolatok szétesése esetén. Másrészt a CALL-csomag, úgy viselkedik, mint egy datagram,

utat választ maga és a virtuális áramkör számára, tehát nem kerüljük el a feltekeredés problémáját. Szerencsére a megoldás egyszerűbb, mert a CALL-csomag útja rögzítve van, tehát amikor a kígyó a saját farkába harapna, tudható, hogy hurok jönne létre, ha így folytatnánk az utazást.

Sokáig abban a hitben voltunk, hogy az elsőként vázolt, általunk elvetett megoldás az IGAZI. A csomagkapcsolt hálózatok belső működése belügy, mint fentebb mondtuk, így nem nagyon kutakodtunk, hogy megtudjuk a szolgáltatásba kerülő rendszerek ismérveit. Az egyik COMNET konferencián az első csomagkapcsoló gépünket egy MS700-at kiállítottuk. Ott volt előadóként a British Telecom egyik fő embere. Akkor Angliában a szolgáltatás már működött. Kicsit mentegetőzve mondtam neki, hogy van működőképes, saját fejlesztésű csomagkapcsoló gépünk, csak az a baj, hogy nem tudtunk okosabbat kitalálni, mint, amit fentebb leírtunk. Azt válaszolta, ugyan hagyjuk, mindenki ezt csinálja.

Azt még részletesebben el kellene mondani, hogy miközben fejlesztéseink folytak, Lábadi Albert (Berci) az IIASA-ban mit csinált. Röviden, ő kifejlesztett TPA70 alapon egy terminálkoncentrátort, a CCITT X.3, X.28 ajánlásai alapján. Ez a berendezés X.25 interfésszel kapcsolódott a Radio Austria adathálózatához, így Bercinek módja volt, azon kívül, hogy az X.25 minden csínját-bínját megtanulta, éles helyzetben kipróbálni fejlesztéseinek eredményét. Amikor Berci az IIF-rendszer kidolgozása során hozzánk csatlakozott, ezt a tudást is hasznosíthattuk, azon kívül, amiről később még szólnunk.

Már megválaszolhatjuk azt a kérdést, hogy miért volt az X.25 választás jó döntés. Elkerültük a dupla munka fél élvezet megoldást, nem kellett felépítenünk az igen bonyolult IP-hálózatot, ráadásul megspóroltuk a TCP kidolgozás nehézségeit is. A megoldással két legyet ütöttünk egy csapásra, lett interfészjelzésünk és csomópontok között alkalmazott eljárásunk és nemzetközi X.75 ajánlásnak megfelelő interfészünk. Olyan csomag kapcsolt adathálózatunk, amely távközlési vállalatnak átadható volt.

*Mit veszítettünk?* Talán az Internet-technológia befogadása néhány évvel később, kissé egyszerűbb lett volna, de ha nem ezt



az utat választjuk, az IIF-program célkitűzései nem így valósulnak meg. Valószínűsíthető, hogy ma nem lenne NIIF (Nemzeti Információs Infrastruktúra Fejlesztési Intézet), és HUNGARNET sem. Valami biztosan lenne, hiszen az Internet elterjedésének az a fő oka, hogy 1995-ben az Egyesült Államokban az NSF (National Science Foundation) beszüntette a támogatását, így át kellett adniuk professzionális szolgáltatóknak.

**Második kérdés: Helyes döntés volt-e az IIF-rendszer magjaként saját fejlesztésű és gyártású, X.25 típusú csomagkapcsolt adathálózat választása?**

Természetesen ma már megkérdendő, hogy miért nem alkalmaztunk külföldi eredetű eszközöket. Például miért nem építettük fel a HBONE-t már akkor, CISCO routerekből, vagy miért nem vásároltunk, szereztünk, külföldi gyártású X.25 típusú eszközöket, ha már annyira hittünk az X.25-ben. Az első válasz erre, hogy technológiai embargós rendelkezések még hosszú évekig lehetlenné tették ún. nagy területű hálózati termékek keleti blokk országaiba való szállítását. CISCO routerek még nem is voltak. Az USA egyetemeit kiszolgáló Internet-eszközök egy NSFNET megnevezésű IP-gerinchálózatra csatlakoztak. Ez már professzionális kivitelben készült, az NSF a tenderdokumentumot 1987 augusztusában bocsájtotta ki. A nyertes intézmények között az IBM is szerepelt. A gerinchálózat 1988 nyarán lépett szolgáltatásba. 1989-ben Stanfordban láttam az egyik IP csomagkapcsoló gépünket, ezt is nevezhették volna SokBox-nak, mint a mi központi csomagkapcsoló gépünket, mert ez is egy szekrény volt, amelyben ipari kivitelű IBM PC-k helyezkedtek el. Ezt a megoldás tehát számunkra lényegében nem létezett.

*Miért nem vásároltunk a piacon már létező külföldi X.25 eszközöket?* Ezt már meg lehetett volna tenni. Bulgária ezt az utat választotta. Ez azonban illegális, embergót törő megoldás volt.

Az embargóról érdemes tudni, hogy az eszközök szállítását tiltotta, tehát azt nem, hogy ha az adott eszköz valamely a tilalommal sújtott országban került gyártásba, akkor azt nyugati hasonló rendszerek elemeivel ne lehetett volna összekapcsolni. Ez szá-

munkra azért volt fontos, mert a csomagkapcsoló központ üzembe helyezése után, a nemzetközi csomagforgalom megindulhatott, mint azt fentebb már részleteztük. A bulgárokkal pedig, ebben a kérdésben szóba sem álltak.

Volt azonban két másik reális alternatív megoldás. A NEDIX és a DECNET. A NEDIX a Magyar Posta digitális vonalkapcsolt adathálózata volt japán gyártmány. 4.8 kbit/s sebességig legálisan beszerezhető volt. Pont-pont kapcsolatokon sorrendtartó hibamentes adatfolyam átvitelét tette lehetővé. Az IIF tervezésének első szakaszában lényegében minden szolgáltatás egyközpontú volt. Ilyen volt az ELLA levelezőrendszer a már említett IBM számítógépen, a levelezés nemzetközi kijárata, az adatbázis-szolgáltató szerverek, stb. Itt meg kell még említeni, hogy ezt a pont-pont között felépített adatáramkörökön alapuló módszert mi magunk is használtuk már évek óta. Még úgy is, hogy a londoni ULCC-ben (University of London Computer Centre) lévő számítógéphez kapcsolódtunk lényegében teletype terminál üzemben és így bonyolítottuk nemzetközi levelezésünk. Magyarán ez a választás reális alternatíva volt, működő rendszert mi is tudtunk volna ezzel a módszerrel készíteni. Ezt bizonyítja az is, hogy amikor később a Hungária Biztosítóhoz kerültünk, üzemeltetnünk kellett egy NEDIX alapú rendszert, amely a biztosítókat szolgálta ki és pont ezen az elven működött. Mégis azt kell mondanom, a későbbi fejlemények is igazolták, hogy ez az irány zsákutca lett volna.

A KFKI-ban gyártásban voltak DEC típusú, azokkal kompatibilis kis számítógépek, amelyekhez hálózati megoldások is rendelkezésre álltak. Ezt a megoldást elsősorban azért nem támogattuk, mert az X.25 alapú megoldásunk olyan szabványos eszközparkot eredményezett, amely „nyílt” hálózatok létrehozását lehetővé tette. Eszközei más környezetben is használhatóak voltak. Ezzel szemben a DECNET gyári rendszer volt, amely minden felhasználót ezeknek a berendezéseknek megvásárlására kényszerítette volna. Azt akkor még nem tudtuk, de a rendszerváltás után az embargó és az ESZR-MSZR együttműködés is eltűnt, a hazai DECNET-megoldásokkal együtt. Az X.25 azonban még sokáig élt. Sőt, tudomásom szerint csak egy-két évvel ezelőtt szerel-

ték le. „Termékeink” illetve azok utódai, bekerültek a Posta később megvásárolt SIEMENS X.25 főközpontjának környezetébe, két irányból is. Manno Sándor vezette hardverfejlesztéseinket. Az egyik csomagkapcsolt hálózatiterminál-koncentrátoruk később az OTP ATM-hálózatának berendezése lett. Lábadi Albert és munkatársai, már nem a SZTAKI alkalmazásában, kidolgozták a Posta X.25 rendszerének alközpontjait, miután az USA eredetű SIEMENS alközponti berendezések csődöt mondtak.

### **A harmadik kérdés az X.25 eszközök saját kifejlesztése és gyártása.**

Azt nyugodtan mondhatjuk, hogy abban a helyzetben más megoldás nem volt. Termék nem létezett a szocialista piacon, mindenféle berendezést, amelyre szükségünk volt, ki tudtunk alakítani. A berendezések egyikét-másikat, kis számítógépből is ki lehetett volna alakítani, mint ahogy Berci az IIASA-ban ezt be is bizonyította, de az IIF-nek olyan széles választékú eszközparkra volt szüksége, amely ezzel a megoldással nem lett volna gazdaságos. Szükség volt néhány vonalas terminál koncentrátorra, Az IBM számítógép csatornájához kapcsolódó X.25 egységre, kis csomagkapcsoló koncentrátorokra, és elsősorban egy nagyteljesítményű több száz vonalas csomagkapcsoló központra. Az előbbieket Manno Sándor és Martos Balázs, az utóbbit Lábadi Albert és Verebély Pál irányításával készült el, és a keresztségben a Sok-Box nevet kapta. 1989 nyarán már majdnem minden eszközzel rendelkezünk ahhoz, hogy az IIF-rendszert még abban az évben elindíthassuk. Az X.25 főközpont szerepre tervezett csomagkapcsoló gép hardverjét a szoftverfejlesztők nem találták eléggé megbízhatónak. Más megoldást kerestek. Ezt meg is találták, de ehhez tudni kell, hogy Verebély Pál főosztályán kidolgozásra és a SZTAKI-ban gyártásba került a „COBUS” nevű lokális hálózati eszközpark, amely 1 Mbps sebességű adatátvitelt tett lehetővé koaxiális kábelon. Az ütközés feloldás matematikai modelljét Bródy Ferenc dolgozta ki és a keresztségben a „lóhalál” protokollnevet kapta. A központi csomagkapcsoló gép a „SokBox” létrejöttének történetét, kissé átfoglalozva Berci szavai szerint adnánk közre,

mint ahogy azt a *Turchányi Géza: „Arcok a háló mögött”* című az IIF immár majd 25 éves történetét feldolgozó könyvében leírta.

Már voltak kis X.25-ös dobozaink, de egy hálózathoz kellett volna egy nagydoboz is, középre, amelynek sok interfésze van és a csomagoknak a lehető legkisebb késleltetéssel kellett volna bármelyik interfészről, bármelyik másikra átjutni a doboz belsejében. Ezt általában úgy oldják meg, hogy az interfészkártyák egy gyors buszra csatlakoznak fel, s ugyanezre a buszra még gyorsabb, kapcsoló képességgel is rendelkező vezérlőkártyák csatlakoznak. Nem voltak megbízható, gyors vezérlőkártyáink, valami mást kellett kitalálni. Amit kitaláltunk, utólag olyan, mint a Kolumbusz tojása: a hálózat (a COBUS) lett a kapcsoló, készültek olyan kártyák, amelyek egyik oldalukon X.25-ös interfészekkel, míg a másik oldalukon nagysebességű lokális hálózati interfészekkel rendelkeztek. Az X.25-ös interfészek max. 19.2 kbps sebességűek voltak, ezekhez viszonyítva az 1 Mbps sebességű lokális hálózat a száguldás csúcsa volt. Így jött létre a SokBox, amely sikerrel megoldotta a még hiányzó feladatot, és az IIF-rendszer központi kapcsológépe lett. Még igen sokféle dologról lehetne szólni és sokakat megemlíteni, akik az elvégzett munkákban fontos szerepet játszottak, közülük ketten, Kocsis József (aki Almási Lászlóval a CDC-n a terminálillesztést végezte) és Radnóty László sajnálatosan már nem lehetnek velünk. Végezetül egy szolgáltatási elemet mégis kiemelnék, és ez az elektronikus levelezés. Több okból, egyfelől Jakubaitisz akadémikus vezette rigai intézettel folytatott együttműködésünk eredményeként létrejött egy IBM nagy gép csatoló doboz, amely egyik oldalon IBM csatornaadapterrel rendelkezett, és amelyet Martos Balázs dolgozott ki, a másik oldalon X.25 interfésszel bírt. Ezzel a csatolóval kapcsolódott az IBM nagy gép és az ELLA levelezőrendszer szerver oldali szoftverentitása az X.25 hálózathoz.

Az ELLA kliens szerveralkalmazás volt, Détári György, Lukács Katalin és Háy Borbála munkája. Működésének módja lényegében megegyezik a ma is használt internetes levelezőrendszer szintén kliens szerver megoldásával, ahol az internet vonatkozó SMTP protokollja szerint a szerver, társszervereivel kommunikál,

míg másik protokoll, a POP3 vagy IMAP szerint hozzá rendelt klienseivel, ahol a kliens szoftver egyik változata az Outlook Express. Az ELLA rendszerben a kliens szoftver PC-ken futott, amelyek soros interfészükkel X.25 terminál koncentrátorokhoz kapcsolódtak. ELLA „társszerver”-re nem volt szükségünk, mégis ilyenek tekinthetjük azokat a külföldi szervereket, amelyek felé az ELLA a külföldi leveleinket továbbította.

Természetesen munkánkról publikációkban, nemzetközi konferenciákon számoltunk be. Ezek közül számomra legemlékezetesebb a RARE Triesztben megtartott konferenciája volt, ahol pont arról számoltam be, jelentős érdeklődés mellett, amiről fentebb szoltam, nevezetesen az X.25 választásunk szükségességéről és módjáról.