

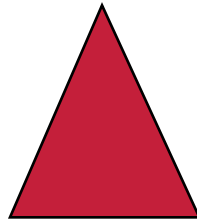
Kommunikációs rendszerek teljesítőkéesség vizsgálata

- » A modellezés és szimuláció módszertani kérdéseiről
- » Az ImiNet/ImiFlow szakértői rendszerről
- » Dr. Muka László
- » 2011

A modellezés és szimuláció módszertani kérdéseiről

Az eredmények felhasználása

Stratégiai szint



Stratégiai tervezés- és üzleti tervezés-támogatás

Taktikai szint



Rendszertervezés támogatása

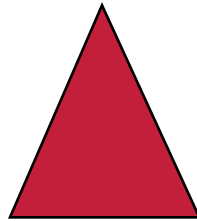
Operatív szint



Üzemeltetés-támogatás

A modellekkel elérhető előnyök

Stratégiai szint



- IT stratégia terv trendekre építve
- Katasztrófatervek modelljei (BCP, DRP)
- Beruházás tervezéstámogatás
- Kockázatcsökkentés

Taktikai szint



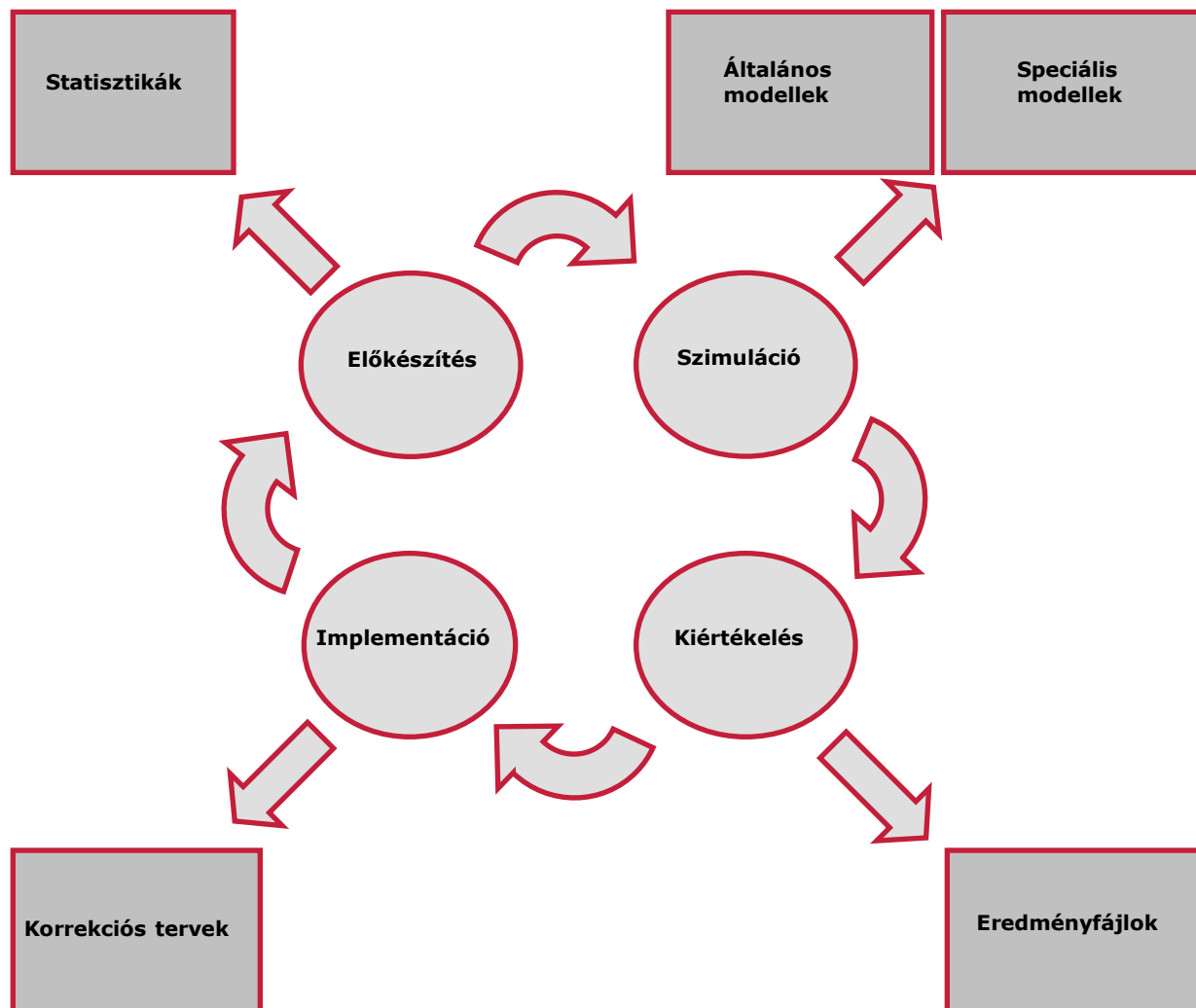
- IT változás menedzsment
- Erőforrások optimális allokálása
- Tartalék optimalizálás
- Költségcsökkentés

Operatív szint

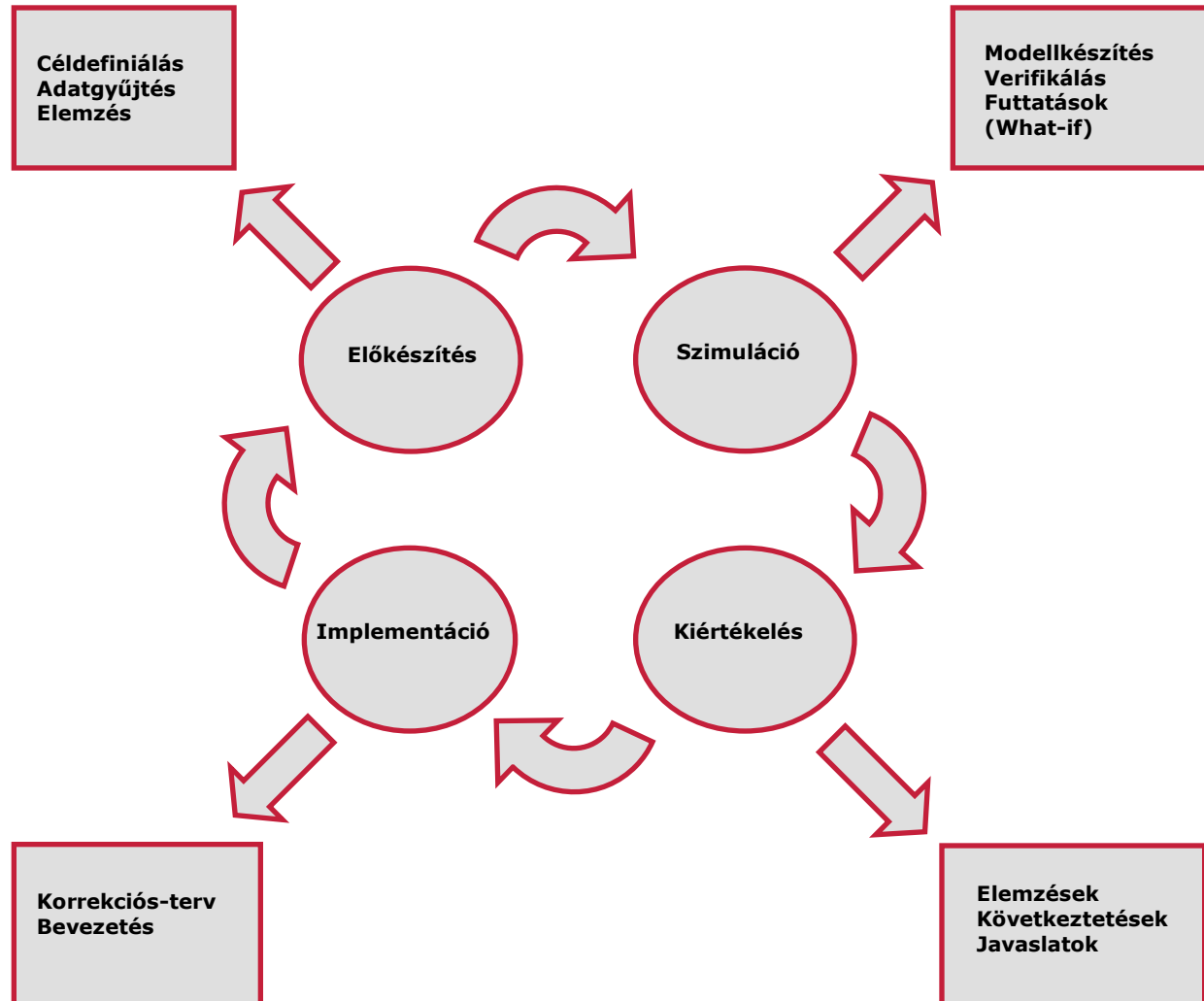


- Optimális konfigurációk beállítása
- Rendelkezésre állás prognózis
- Extrém helyzetek kezelése

A modellezés és szimuláció: lépések és outputok



A modellezés és szimuláció: lépések részletesebben



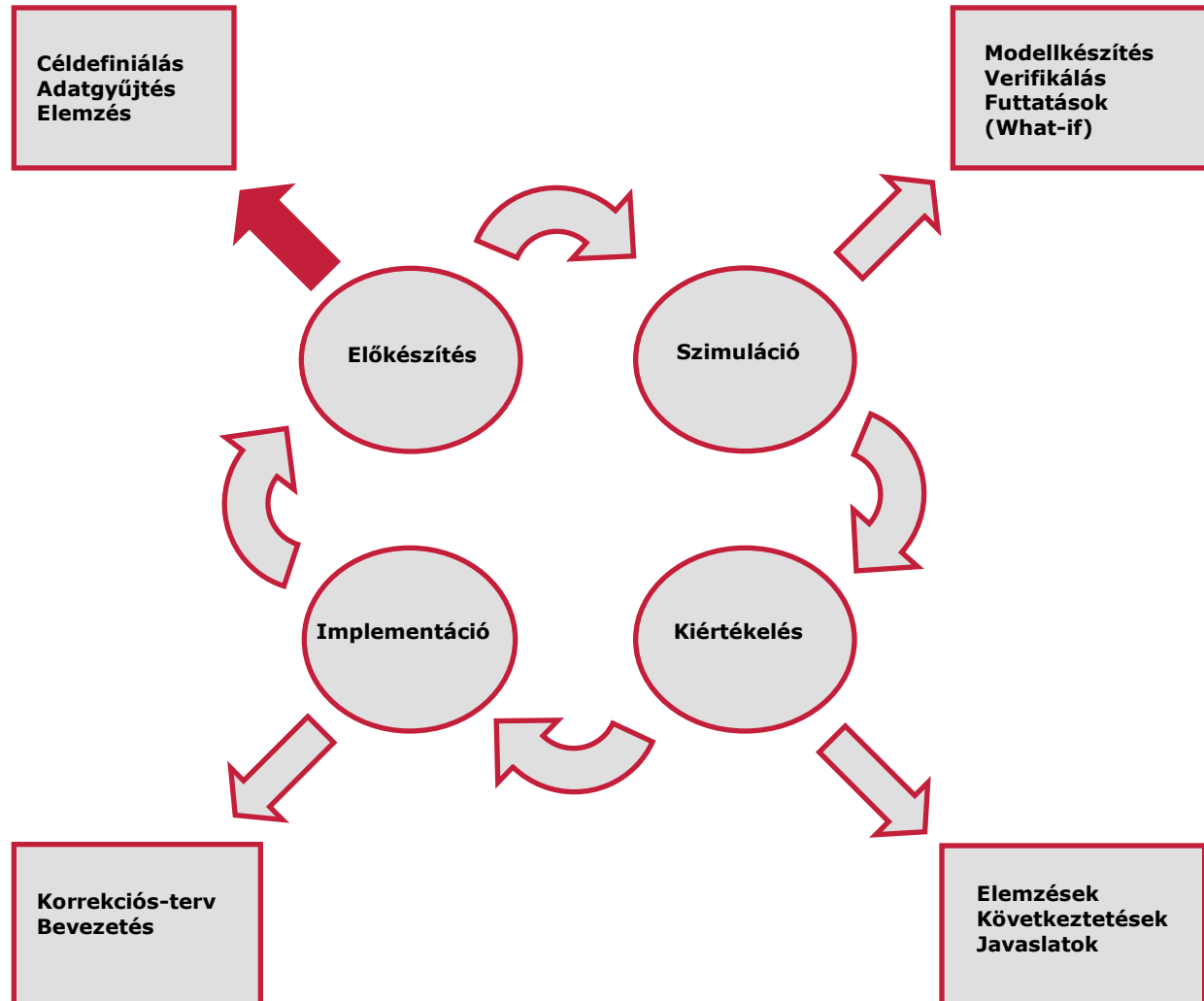
A szimulációs modellek jellemzői

- » A diszkrét, esemény vezérelt számítógépes modellekkel vizsgálhatók az ICT rendszerek gazdasági és műszaki jellemzői.
- » Lehetőség van a hardver, a szoftver és a felhasználók viselkedésének modellezésére, az üzleti folyamatok elemzésére.
- » A modellekben lehetséges, a valós folyamatok „visszajátszása” és elképzelt folyamatok beillesztése.
- » A modellek a rendszer teljes életciklusa alatt használhatók.
- » Rendszeres alkalmazásuk folyamatosan termel hozzáadott értéket.

A szimulációs modellek jellemzői

- » Különösen jelentős a „what-if” scenáriók lejátszásának lehetősége
 - » amikor még nem létezik a vizsgálandó rendszer
 - » amikor a mérés költséges, vagy nem kivitelezhető (pl. extrém helyzetek, katasztrófa szituációk vizsgálata)
- » A modellek futtatásakor a következő lehetőségeink vannak
 - » programozhatjuk a gyűjtendő jellemzőket, a gyakoriságot, az időtartamot, a helyszínt
 - » változtathatjuk a rendszer terhelésének mértékét
 - » megváltoztathatjuk a rendszer topológiáját

A modellezés és szimuláció: előkészítés



Előkészítés

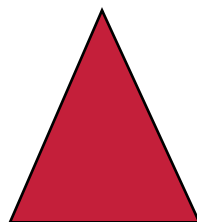
Céldefiniálás, adatgyűjtés, elemzés

- » Terv-változatok elemzése
- » Költségek
- » Kritikus terhelések
- » Routing elemzések: „becsorgó” forgalom
- » Bekapcsolási jelenség: szinkronizáció
- » Rendelkezésre állás
- » Anomáliák

Előkészítés

Céldefiniálás, adatgyűjtés, elemzés

Stratégiai szint



- IT stratégia tervezés
- Katastrófatervek modellezése
- Beruházás tervezéstámogatás
- Kockázatcsökkentés

Taktikai szint



- IT változás menedzselés
- Erőforrások allokálása
- Tartalék optimalizálás
- Költségcsökkentés

Operatív szint



- Optimális konfigurációk beállítás
- Rendelkezésre állás vizsgálat
- Extrém helyzetek kezelése

Előkészítés

Céldefiniálás, adatgyűjtés, elemzés

Fióklista	Forrás: megrendelő	
Fiókok összeköttetései	Forrás: megrendelő	Elsődleges összeköttetések, tartalék összeköttetések kapacitásokkal
Telephelyenkénti hang forgalom	Forrás: megrendelő	Adott fiókból hány percnyi beszélgetést kezdeményeztek egy konkrét hónapban
Hang forgalom típusonkénti megoszlása	Forrás: megrendelő	Helyi, belföldi, nemzetközi, mobil, stb.
Fiók LAN alapstruktúrája	Forrás: megrendelő	Alapvető eszköztípusok állnak rendelkezésünkre
Fiókokban lévő hostok száma	Forrás: megrendelő	
Fiókokban lévő hostokon futó alkalmazások hálózati forgalma	Forrás: mérés/benchmark	
VoIP-ra áthelyezhető telefonbeszélgetések aránya	Forrás: benchmark	
Nem VoIP adatforgalom az egyes összeköttetéseken	Forrás: benchmark	
Egy tranzakció hossza	Forrás: mérés/benchmark	3-5 kbyte
Igényelt válaszidő	Forrás: megrendelő/benchmark	0,1 sec
Híváshossz profil	Forrás: benchmark	
Hívásgyakoriság profil	Forrás: benchmark	
Hívásirány profil	Forrás: benchmark	A hossz, gyakoriság és irány profil leírja a teljes hangforgalmat

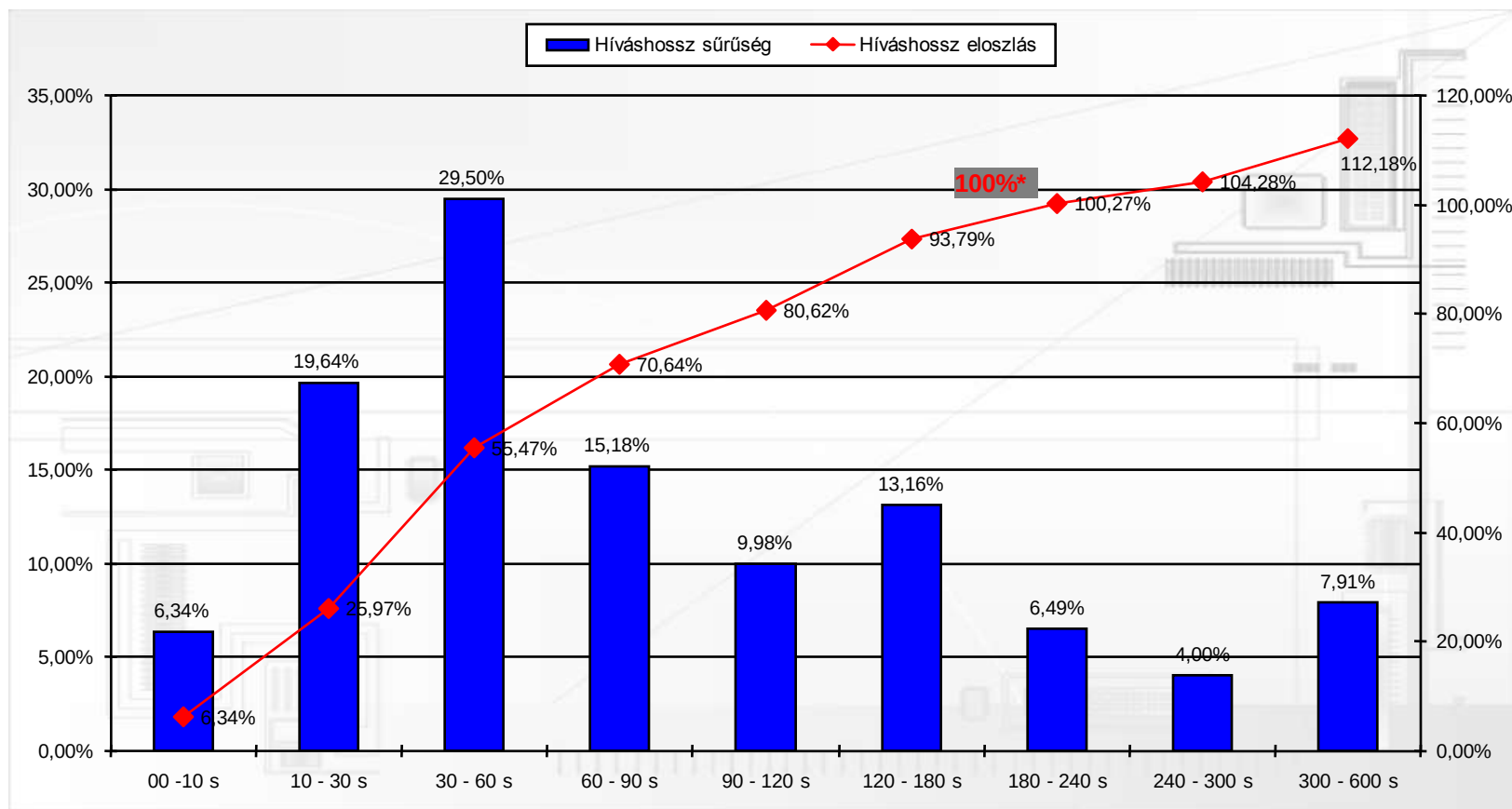
Előkészítés

Céldefiniálás, adatgyűjtés, elemzés

Változó	Lehetőségek
Fióklista	Bővítés / Megszüntetés / Költöztetés
Fiókok összeköttetései	Kapacitás változtatás
Telephelyenkénti hang forgalom	Alkalmazottak számának változása
Hang forgalom típusonkénti megoszlása	Hívásprofilok módosítása
Fiókokban lévő hostok száma	Bővítés / Megszüntetés
Fiókokban lévő hostokon futó alkalmazások hálózati forgalma	Új alkalmazások felvétele
VoIP - ra áthelyezhető telefonbeszélgetések aránya	Arányszám módosítása
Igényelt válaszdíj	- módosítható -
Híváshossz profil	- módosítható -
Hívásgyakoriság profil	- módosítható -
Hívásirány profil	- módosítható -

Előkészítés

Céldefiniálás, adatgyűjtés, elemzés

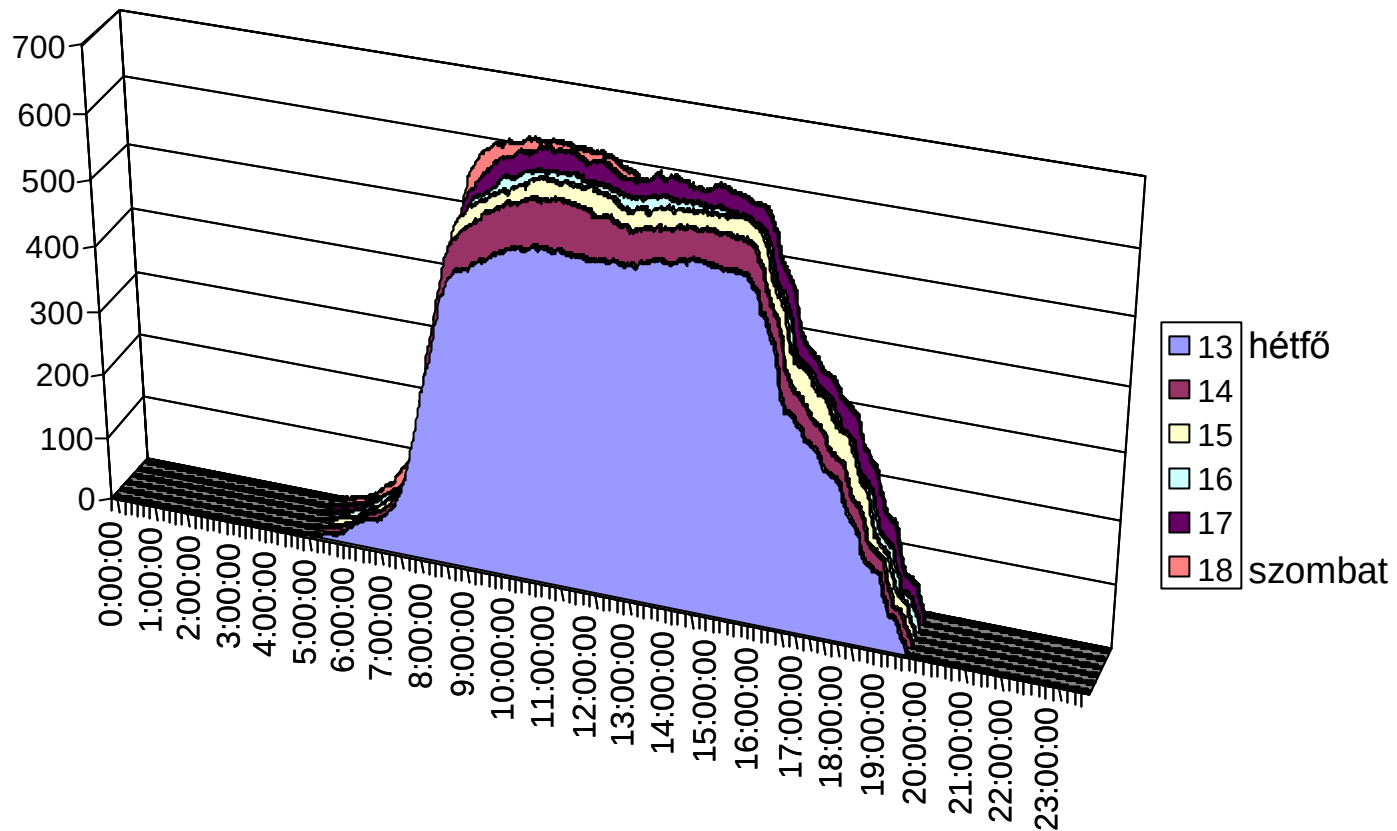


* A modellben figyelembe vett

Előkészítés

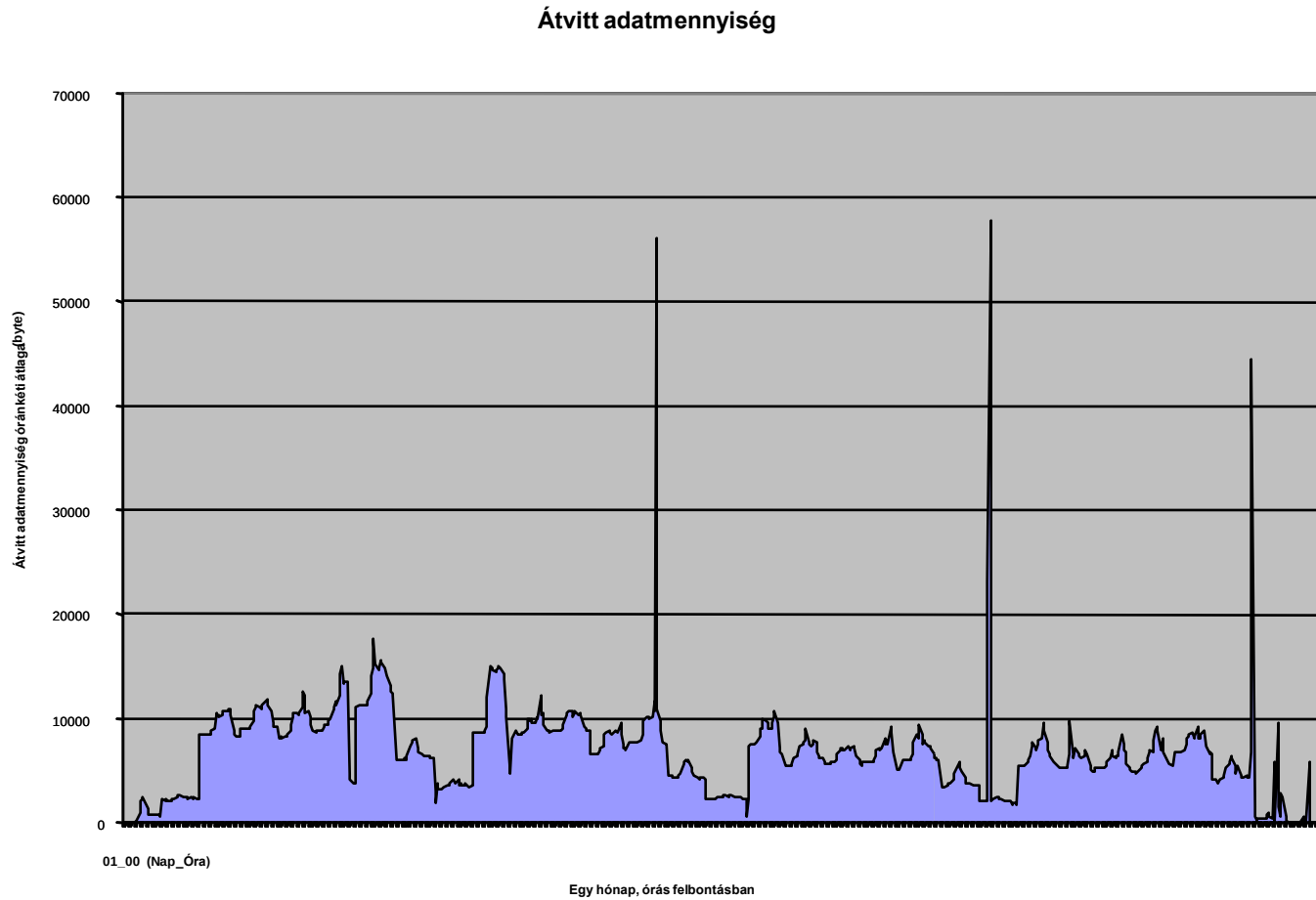
Céldefiniálás, adatgyűjtés, elemzés

Terminálok által foglalt logikai csatornák



Előkészítés

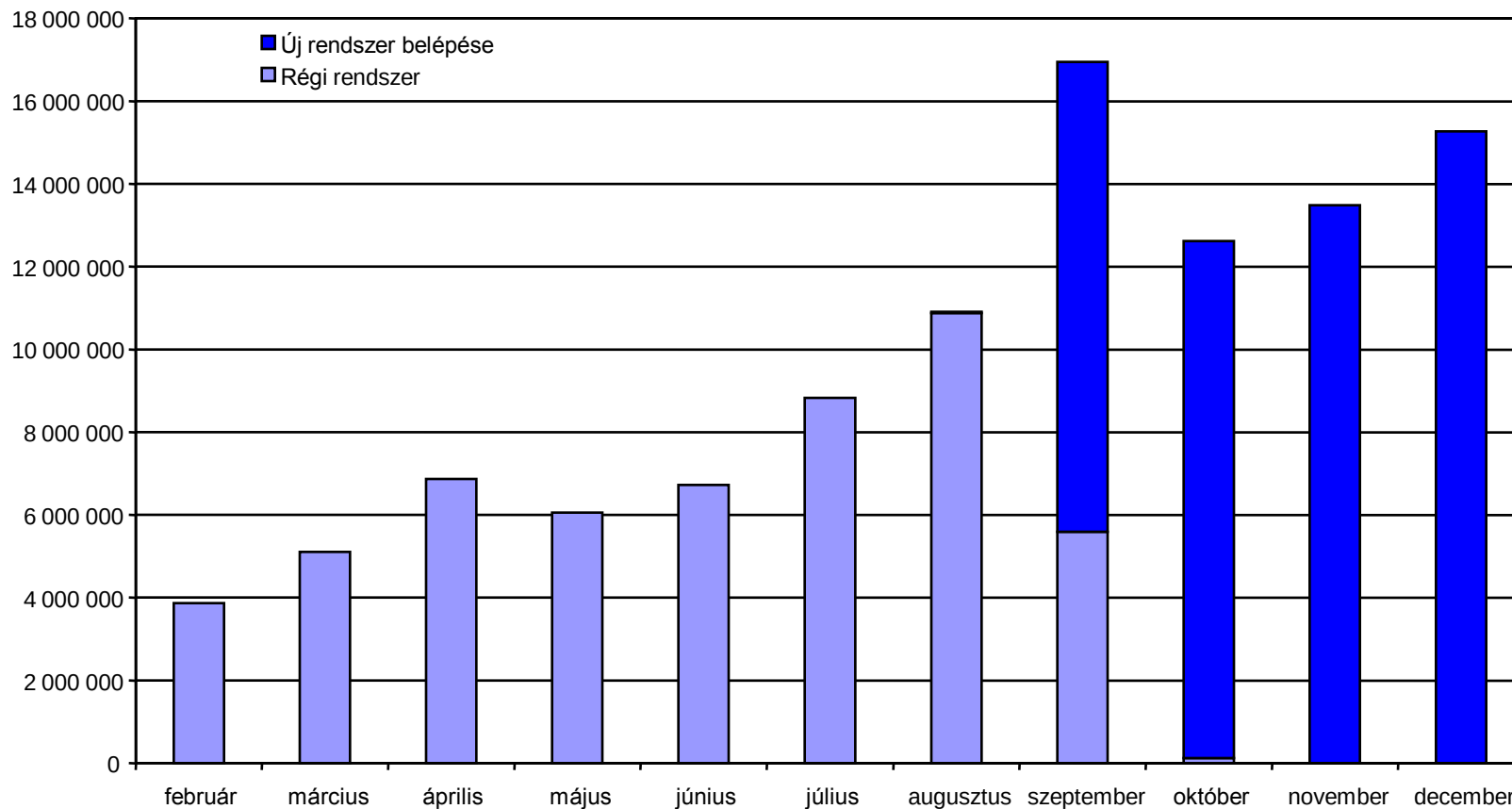
Céldefiniálás, adatgyűjtés, elemzés



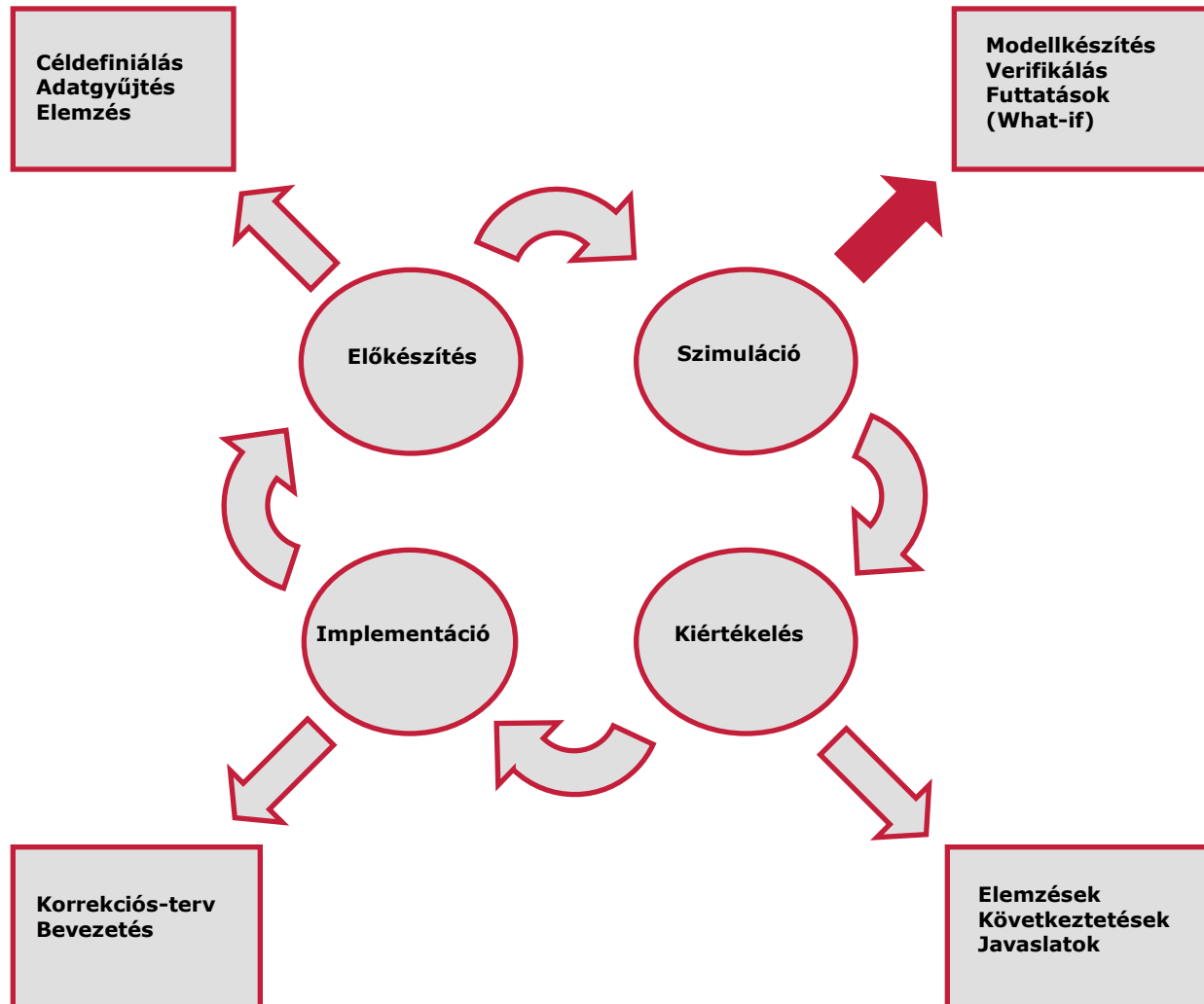
Előkészítés

Céldefiniálás, adatgyűjtés, elemzés

Hívások januártól decemberig (trend)



A modellezés és szimuláció: szimuláció



Szimuláció

Modellkészítés, verifikálás, futtatások, „what-if”, („as-is”)

» Top-down módszer

- » Aggregált modellek
- » Részletes modellek
- » Fókuszált vizsgálat
- » Háttérforgalom

» Bottom-up módszer

- » BP elemzésekből Business Impact

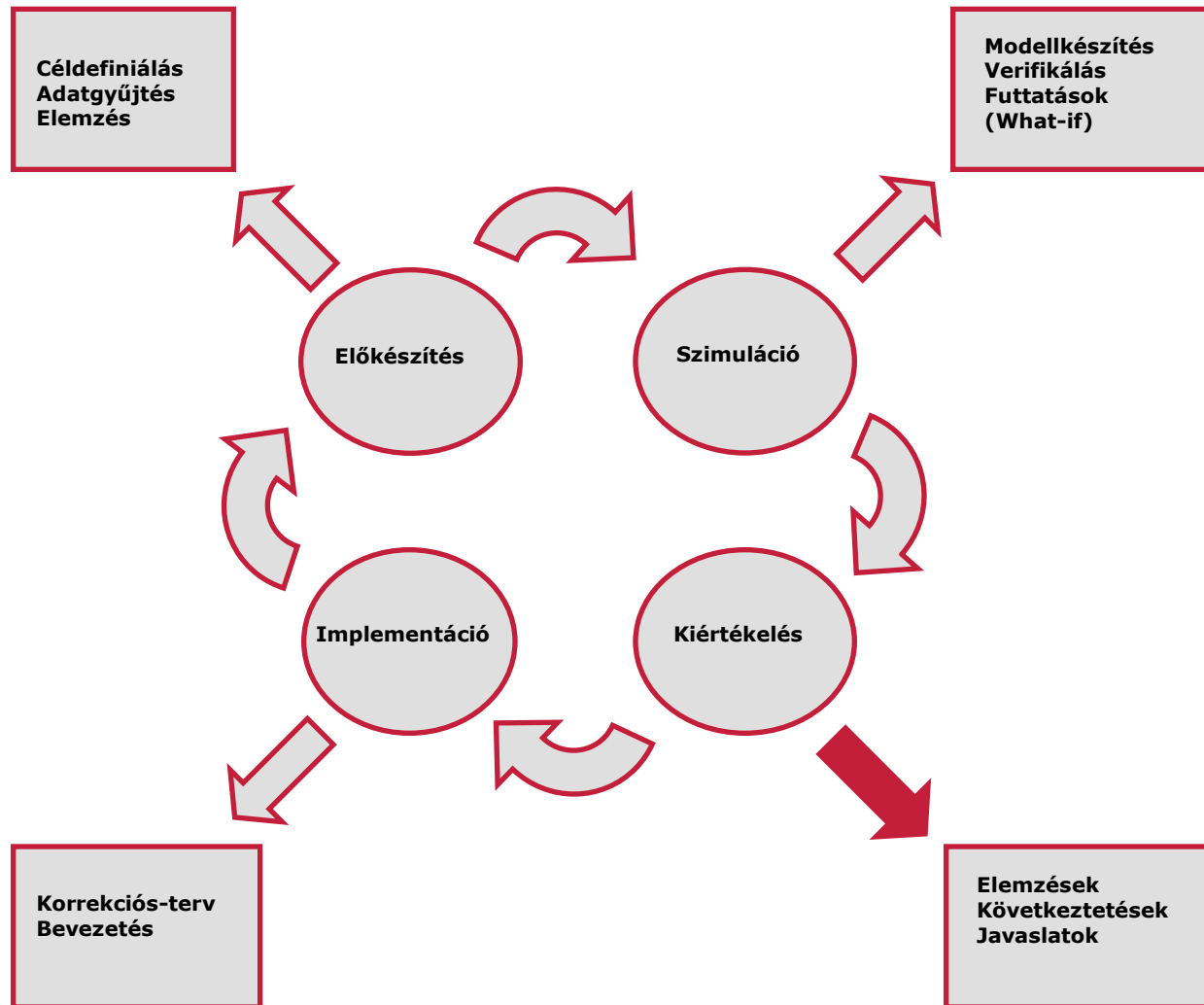
Szimuláció

Modellkészítés, verifikálás, futtatások, „what-if”, („as-is”)

» „What-if” scenáriók

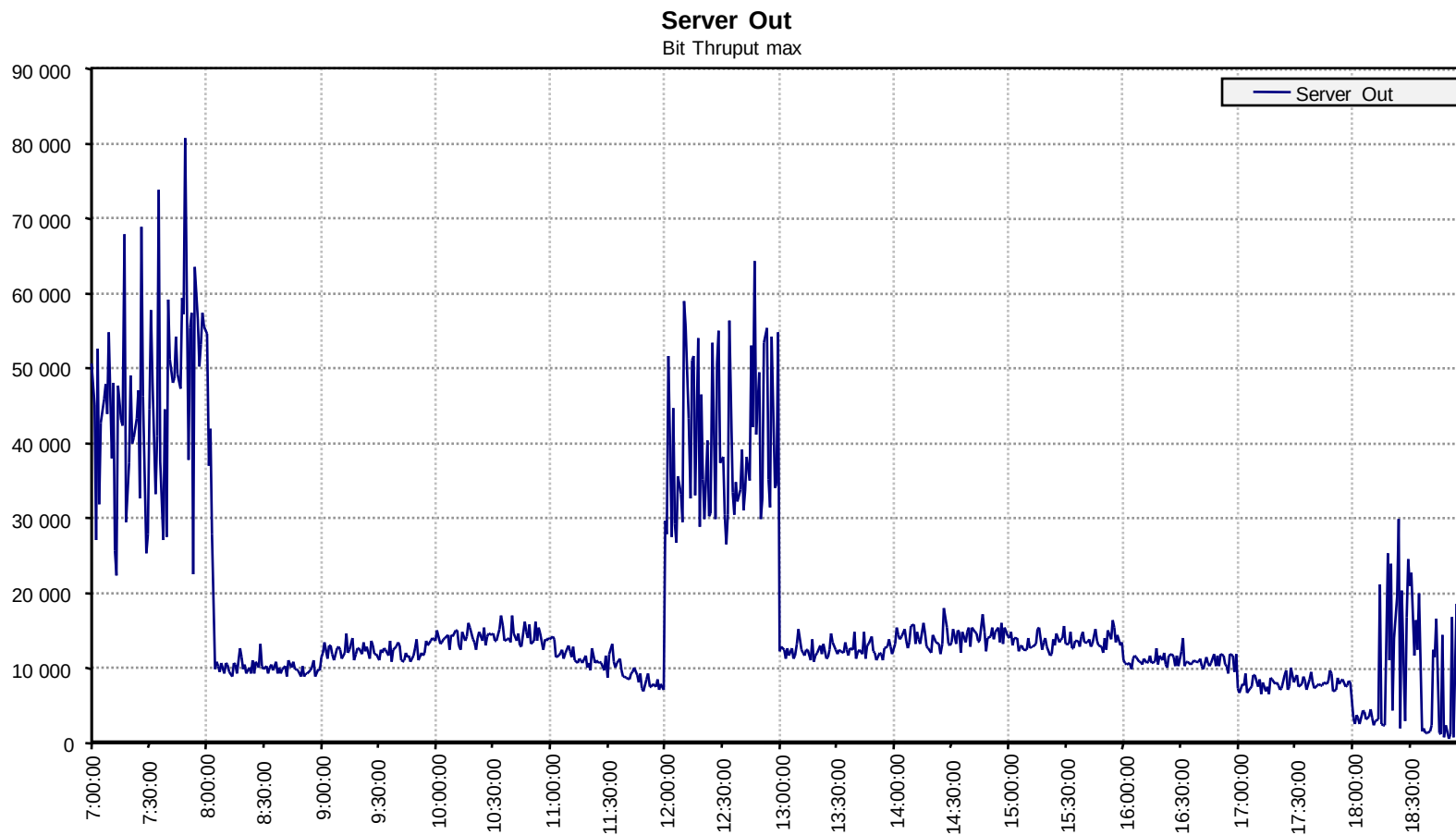
- » Hálózatbővítés
- » VoIP bevezetése
- » Új alkalmazások bevezetése (hálózatmenedzsment eszközök, távfelügyelet, intranet bevezetése)
- » Központ áthelyezés
- » Extrém, katasztrófa helyzetek
- » Tartalékolási kérdések
- » Stb.

A modellezés és szimuláció: kiértékelés



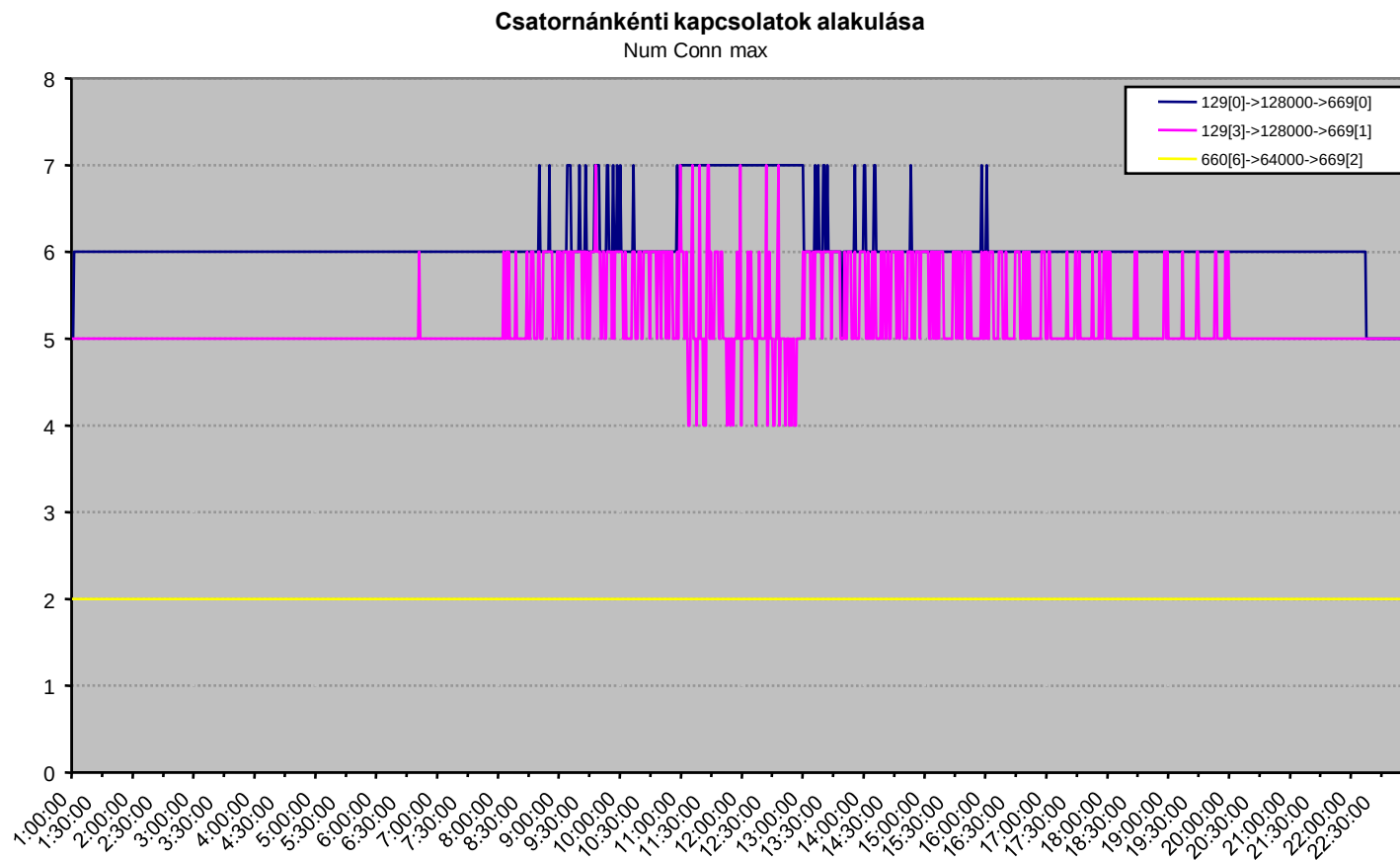
Kiértékelés

Elemzések, következtetések, javaslatok

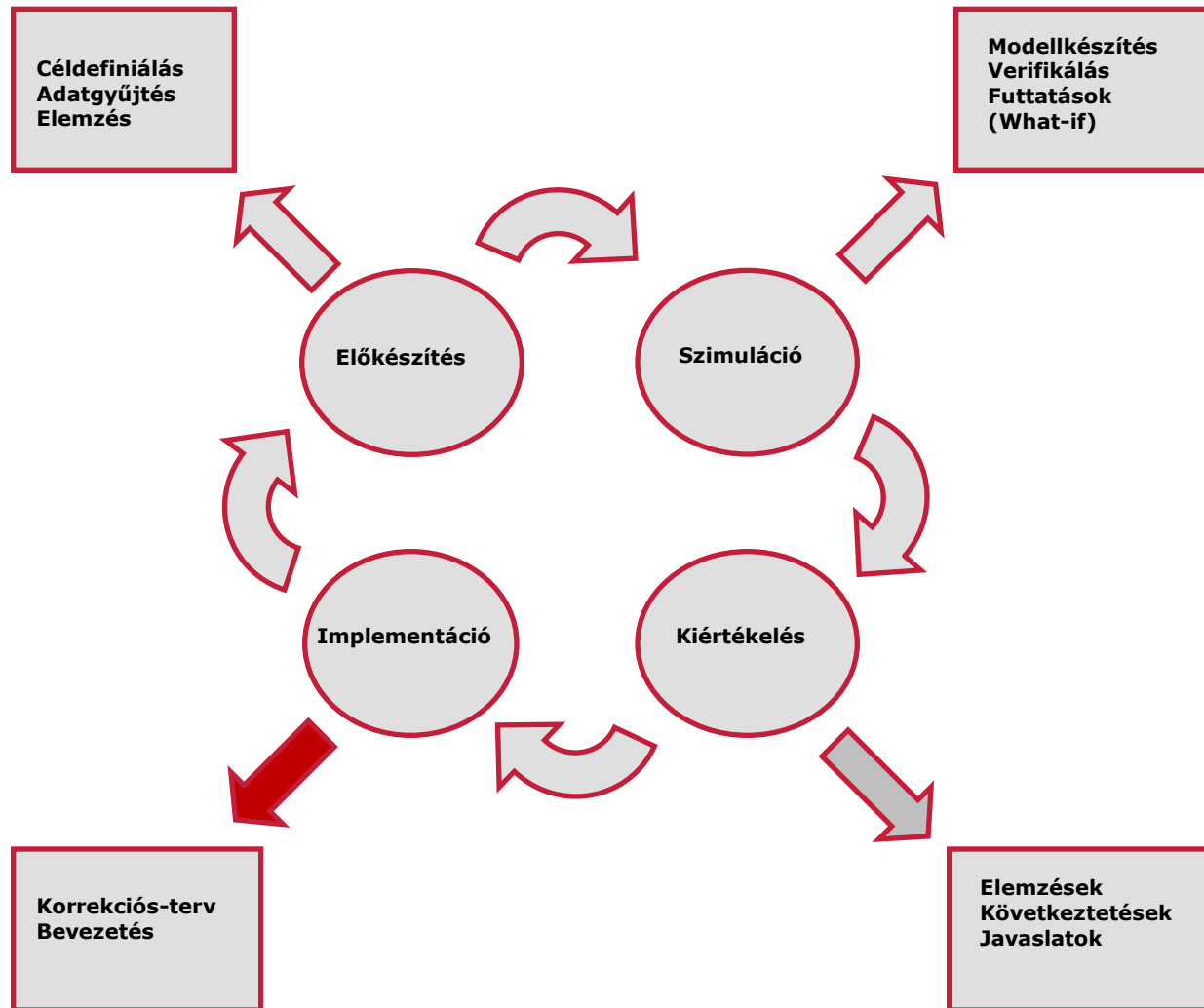


Kiértékelés

Elemzések, következtetések, javaslatok



A modellezés és szimuláció: implementáció



Implementáció

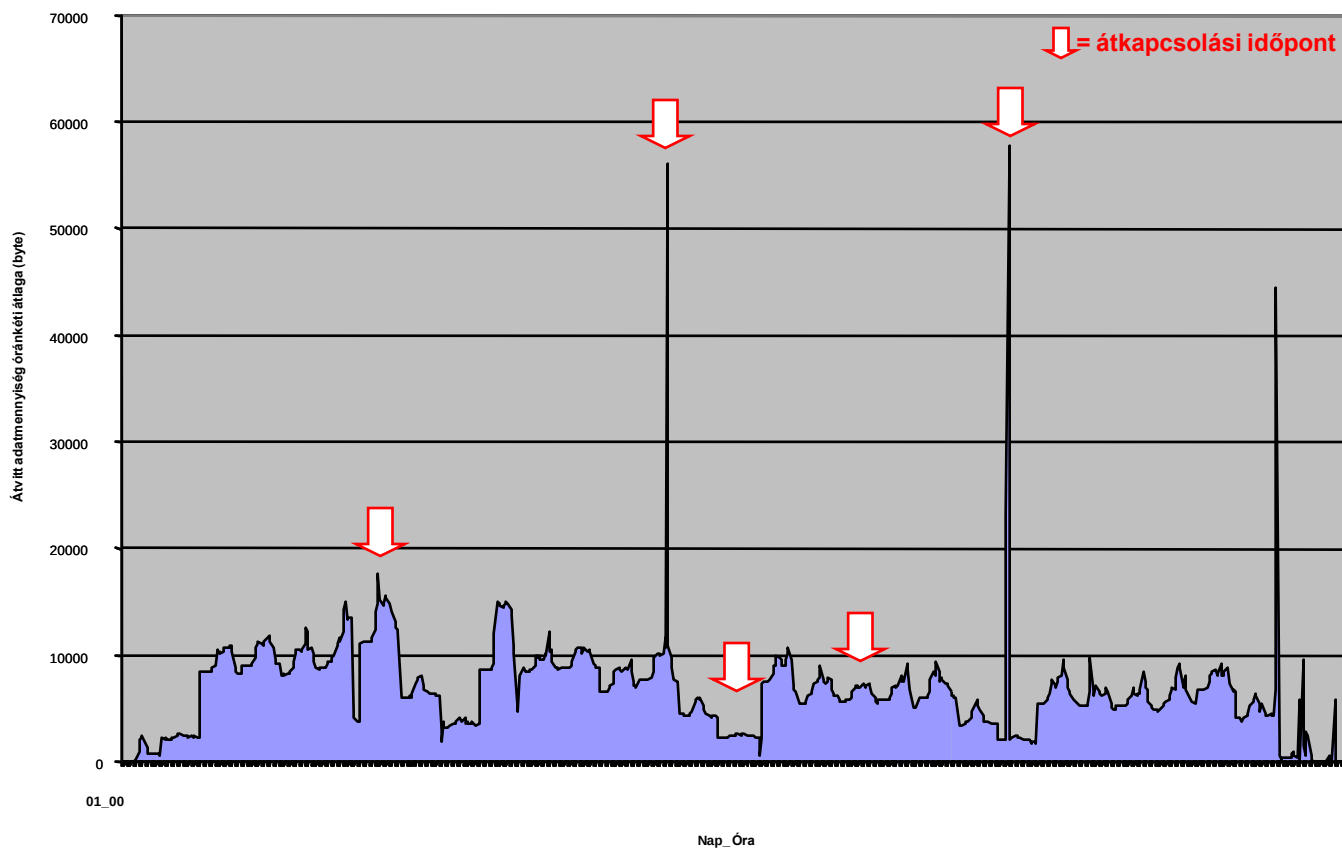
A korrekciós tervezés és a bevezetés támogatása modellezéssel

- » Korrekciós terv-változatok készítése
- » Eszközök kiválasztása
- » A bevezetés tervezése
 - » funkcionális szempontok
 - » költség szempontok

Példa

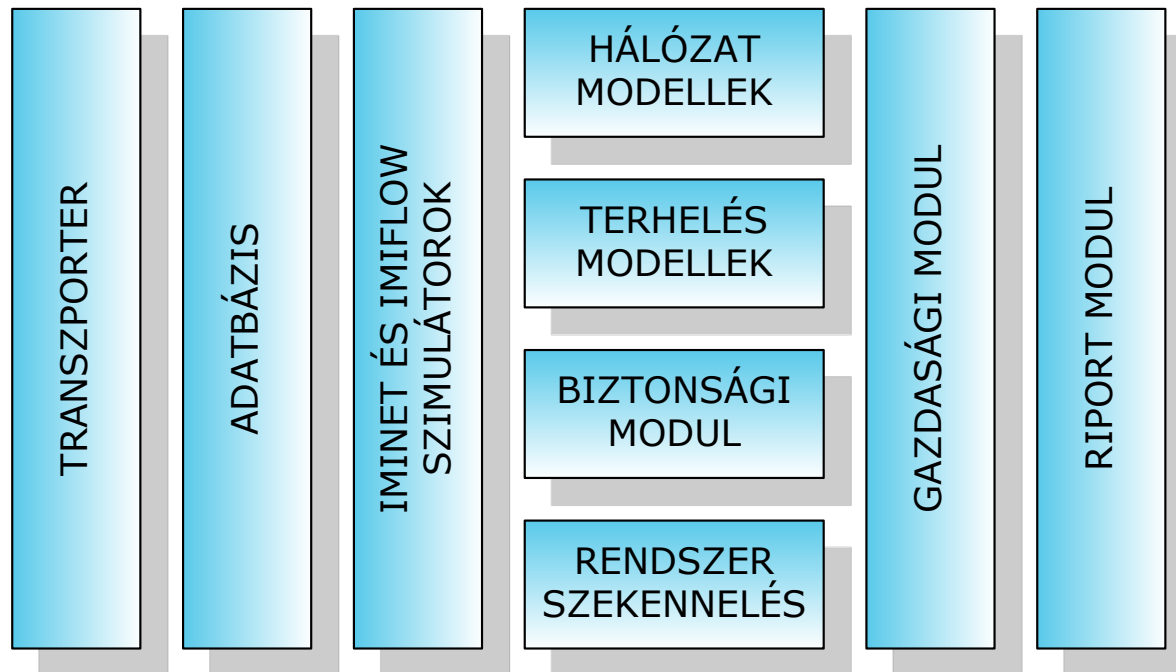
Átkapcsolási vizsgálat

Átkapcsolás - átvitt adatmennyiség



Az ImiNet/ImiFlow szakértői rendszerről

Rendszerkomponensek



A rendszerhez felhasznált technológia

- » Objektum-orientált technológia
- » Rendszertervezés
 - » Unified Modelling Language
 - » Microsoft Visio
- » Rendszerfejlesztés
 - » Borland C++ Builder 6 (Professional Edition)
- » Adatbázisok
 - » MSSQL, Microsoft Access (lecserélhető, rugalmas ODBC-n keresztül megvalósított)
- » Együttműködés, interfészek
 - » NetViz
 - » Microsoft Visio
 - » Microsoft Excel
- » Hozzáférési jogosultságok kezelése
 - » HASP kulcsos védelem
 - » Login – Password védelem

Topológia

Legfelső hierarchia szint



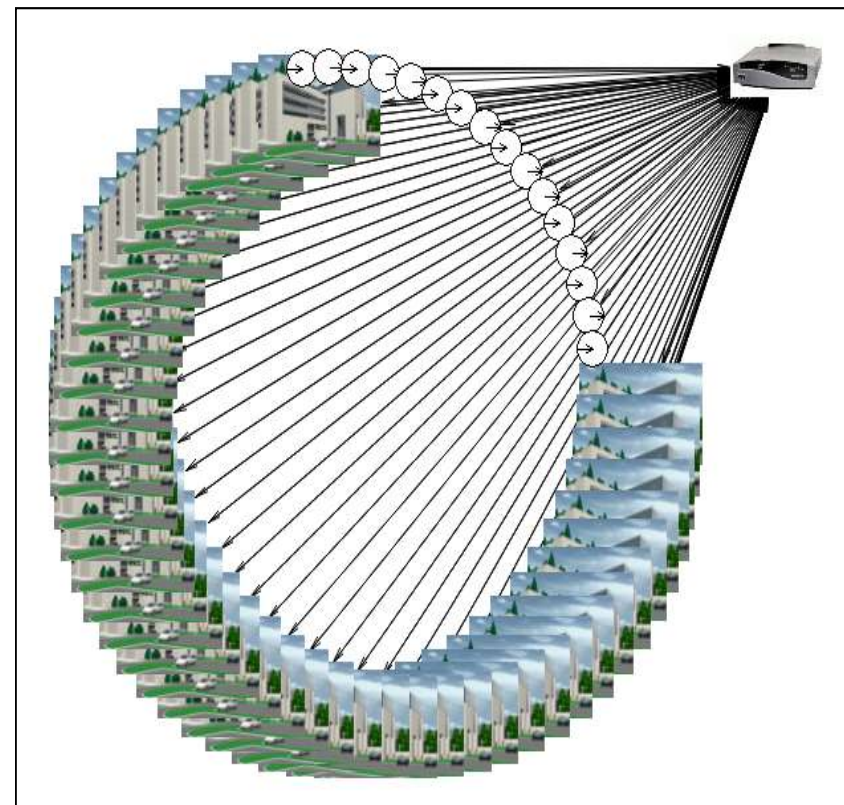
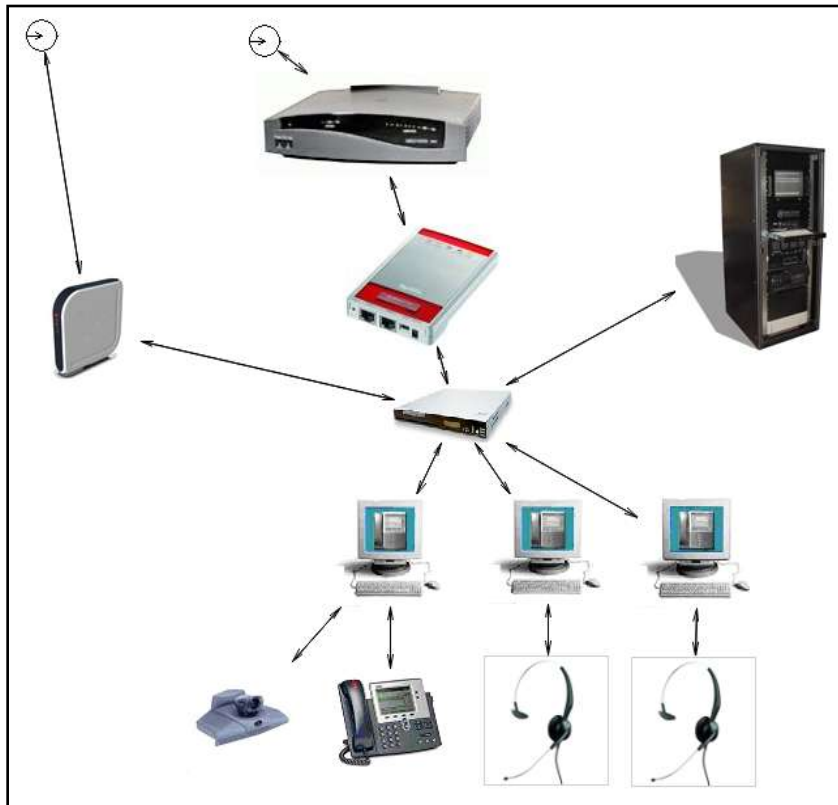
Topológia

Legfelső hierarchia szint



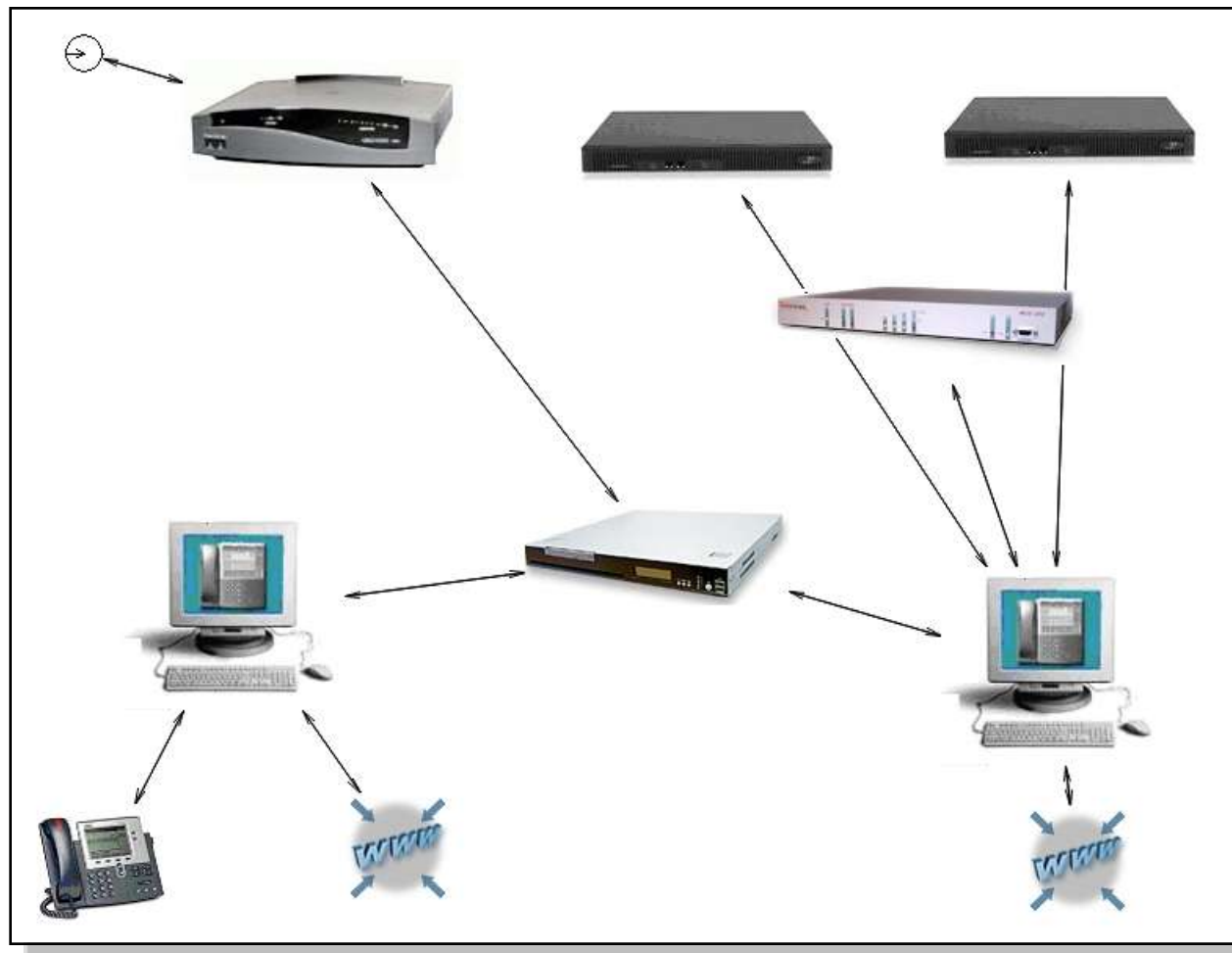
Topológia

Alsóbb hierarchia szintek



Topológia

Alsóbb hierarchia szintek



Modellelemek

Felhasználható elemek

» A felhasználható elemek listája

- » Applikáció, Telefon
- » MCU
- » Call Switch (Call Manager)
- » Router
- » Firewall (Router)
- » Gateway (Router)
- » Switch
- » Host
- » Összetett modul
- » Telephely (Összetett modul)
- » LAN (Összetett modul)
- » Link



Modellelemek tulajdonságai

Router - routing

Router properties

General | Gates | Router properties | **Route table**

Mask				Address				Next module (name)		
0	0	0	0	0	0	0	0		New	Delete
0	0	0	0	0	0	0	0		New	Delete
0	0	0	0	0	0	0	0		New	Delete
0	0	0	0	0	0	0	0		New	Delete
0	0	0	0	0	0	0	0		New	Delete
0	0	0	0	0	0	0	0		New	Delete
0	0	0	0	0	0	0	0		New	Delete
0	0	0	0	0	0	0	0		New	Delete

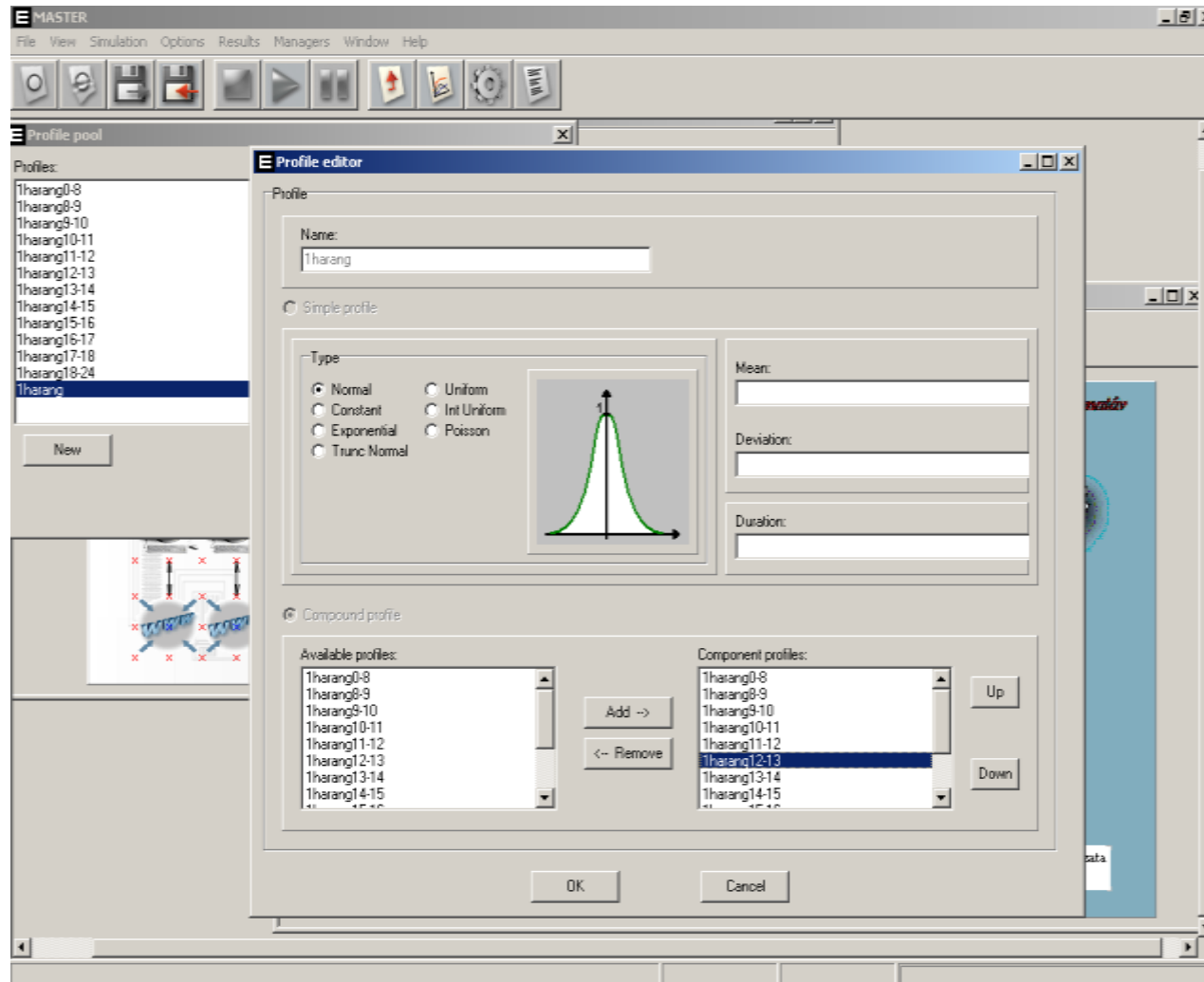
☐ Routing based only on the table above

Owner company:

OK Cancel

Modellelemek

Statisztikai paraméterek bevitele



Modellelemek

Statisztikai paraméterek bevitele

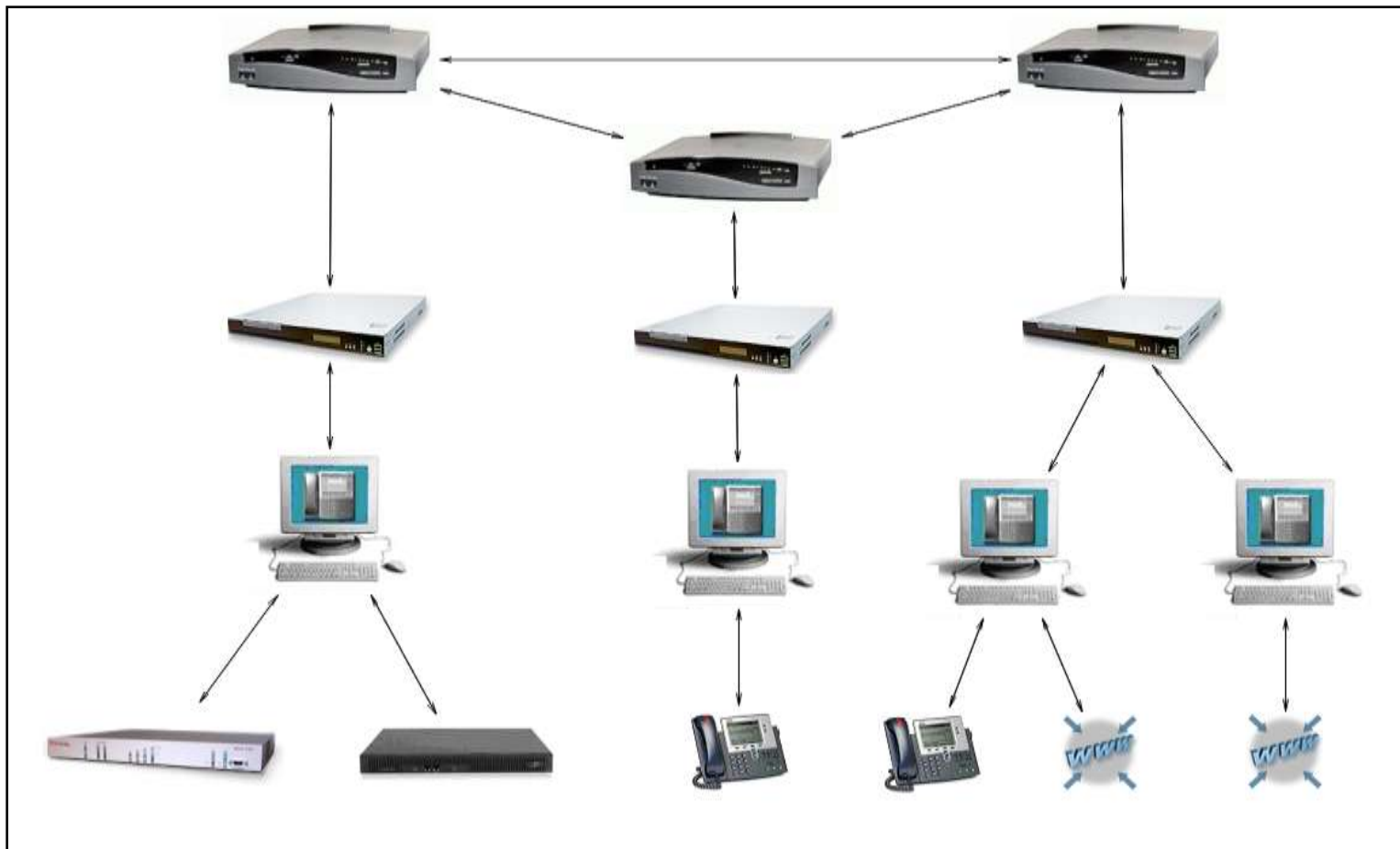
- » Egyszerű profilok
 - » Normál
 - » Konstans
 - » Exponenciális
 - » Csonkolt normál
 - » Egyenletes
 - » Egész értékű egyenletes
 - » Poisson
- » Összetett profilok

Az összetett profilok segítségével tetszőleges pontossággal leírhatók az egyes valószínűségi jellemzők

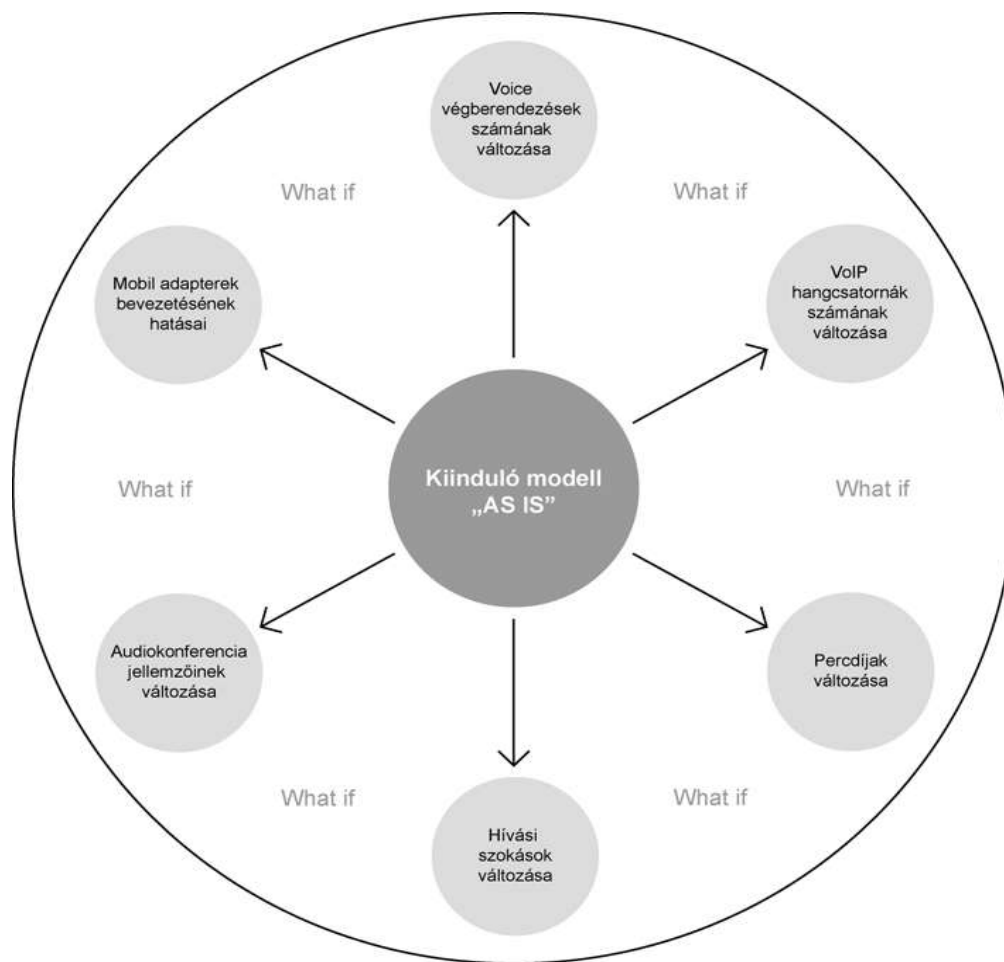
Modellelemek Összekötési szabályok

- » Tetszőleges számú router összekapcsolható egymással.
- » Routerrel - routeren, firewall-on, és gateway-en kívül - csak switch elem köthető össze.
- » Egy switch csak egy router (illetve firewall, vagy gateway) elemhez kapcsolható
- » Egy switchhez tetszőleges számú host elem kapcsolódhat, de egy host elem csak egy switchhez kapcsolódhat.
- » Egy host elemre egyetlen applikáció csoport elem és/vagy telefoncsoport elem kapcsolható.
- » Kapcsolható a hostra még MCU elem és Call Manager elem is.
- » Az összetett modell-elemek szerepe csak a struktúra kialakításában van, szeparálásra szolgálnak, erre a célra szabadon használhatóak, viszont hozzájuk kötni semmit nem lehet.

Modellelemek Összekötési szabályok



Hangforgalom vizsgálata



Telefonkészülék csoport paramétereit

Phones property form

General | Gates | Phones

General data

Number of phones [pcs]: 48 Max. simultaneous calls: 5

Protocol data

Protocol: G.729 8kbps RTP protocol: RTP (RFC 3550) Call Manager IP address: 100.0.0.1 ☐ Silence suppression

Financial data

Phone cost [Ft/month]: 0 Inside call rate [Ft/min]: 60.00 Local call rate [Ft/min]: 6.60 Interurban call rate [Ft/min]: 40.00 Mobile call rate [Ft/min]: 44.00 International call rate [Ft/min]: 200.00

Statistical data

Profile: 100 Avg. call/phone/day: 3 Call length mean [s]: 121 Call length deviation [s]: 61 Inside call (%): 36.3 Local call (%): 84.6 Interurban call (%): 0 Mobile call (%): 15.4 International call (%): 0

<----- outside calls ----->
Total outside calls: 100 %

All possible destinations:

- 10.0.12.248
- 200.0.0.1
- 150.0.0.1
- 100.0.0.1
- 1.6.2.1
- 1.6.4.1
- 1.6.5.1
- 1.6.6.1
- 1.6.1.1
- 1.6.3.1
- 1.3.1.1
- 1.3.2.1
- 1.3.3.1
- 1.3.5.1
- 1.3.6.1

Destinations:

IP address	Probability
1.20.1.1	0.34660795
1.20.2.1	0.34660795
1.20.3.1	0.34660795
1.20.4.1	0.34660795
1.20.5.1	0.34660795
1.20.6.1	0.34660795
1.19.1.1	0.34660795
1.19.2.1	0.34660795
1.19.3.1	0.34660795
1.19.4.1	0.34660795

Manufacturers' product ID:

Audio conference

5 conference talk from 10000 call.

Conference call length mean [s]: 30 , deviation [s]: 10

Members mean: 4 , deviation: 1

MCU IP address: 100.0.0.1

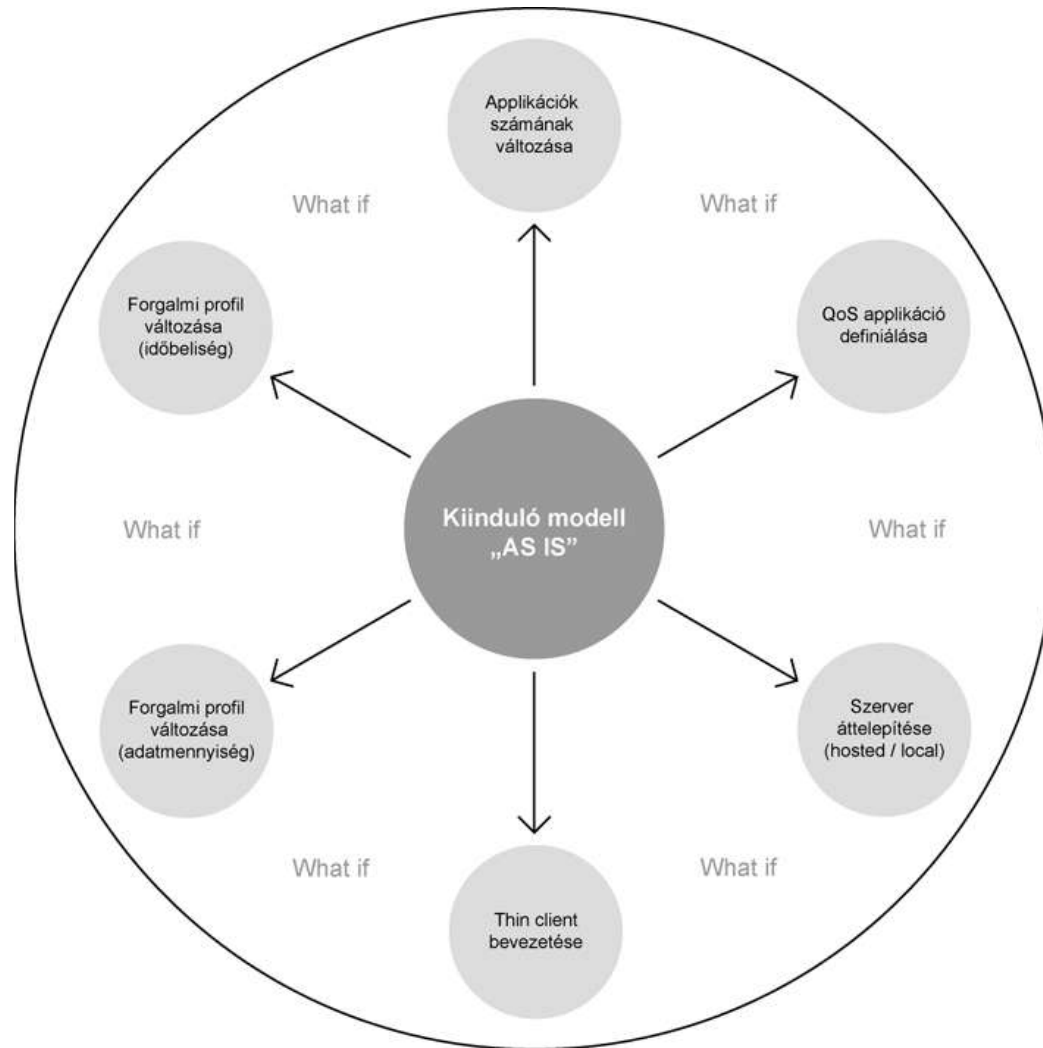
Conventional telephony

☐ Mobile adapter ☐ % of all phones are analog.

☐ PBX equipment, Voice GW

OK Cancel

Adatforgalom vizsgálata



Applikáció csoportok paramétere

IPApplication Properties

General Gates IPApplication VAS

Application	Port	Server	Client number	QoS	Server IP address	Bytes to send profile	Reply bytes profile	Interarrival time profile
E-Mail	201	☐	0	☐	0.0.0.0	E-mail_size_distribution	E-mail_size_distribution	E-mail-usage-frequency
WEB	202	☐	0	☐	0.0.0.0	WEB_size_distribution	WEB_size_distribution	WEB-usage-frequency
Telnet	203	☐	0	☐	0.0.0.0	Telnet_size_distribution	Telnet_size_distribution	Telnet-usage-frequency
DB	204	☐	1	☐	0.0.0.0	Database_size_distribution	Database_size_distribution	Database-usage-frequency
FTP	205	☐	0	☐	0.0.0.0	FTP_size_distribution	FTP_size_distribution	FTP-usage-frequency
Terminal / Thin client	206	☐	0	☐	0.0.0.0	Terminal_size_distribution	Terminal_size_distribution	Terminal-usage-frequency

☐ Plan

Operator company:

Packet size: 3200 bit ☐ Detailed statistics

OK Cancel

Költségparaméterek bevitele

» Telephelyenkénti havi költségek

- » Összeköttetések
- » Berendezések
- » Rendszerekörnyezet (LAN)
- » Szolgáltatások

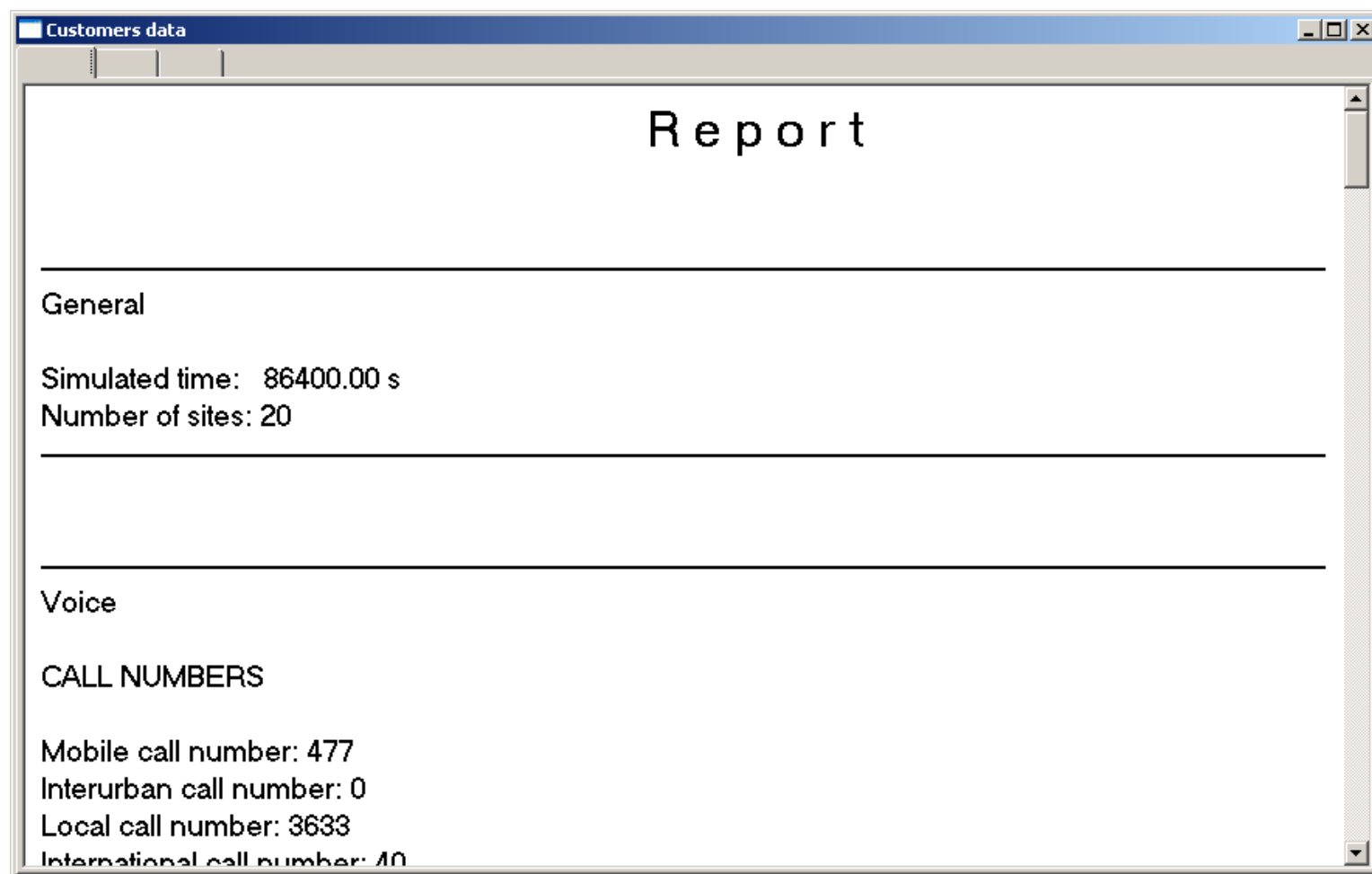
» Migráció előtt/után

Az ügyfelek felsorolása és a percdíjak betöltése fájlból történik.

The screenshot shows a 'Site properties...' dialog box with a 'Customer' dropdown menu set to 'A-ügyfél'. The main section is titled 'The customer's costs' and is divided into two columns: 'version A' and 'version B'. The dialog is organized into several sections: 'Links', 'Equipments', 'Strategic system environment (LANs)', and 'Services'. Each section contains a list of items with input fields for numerical values and a unit selector (Ft / Mnth). The 'Links' section includes Leased line, ISDN2, ISDN30, Analog, IP, and X.25. The 'Equipments' section includes DTU / ACCED C, Router, and PBX. The 'Strategic system environment (LANs)' section includes Switch, Host, and Application. The 'Services' section includes VolP, Videoconference, and eSigno. At the bottom, there are 'OK' and 'Mégsem' buttons.

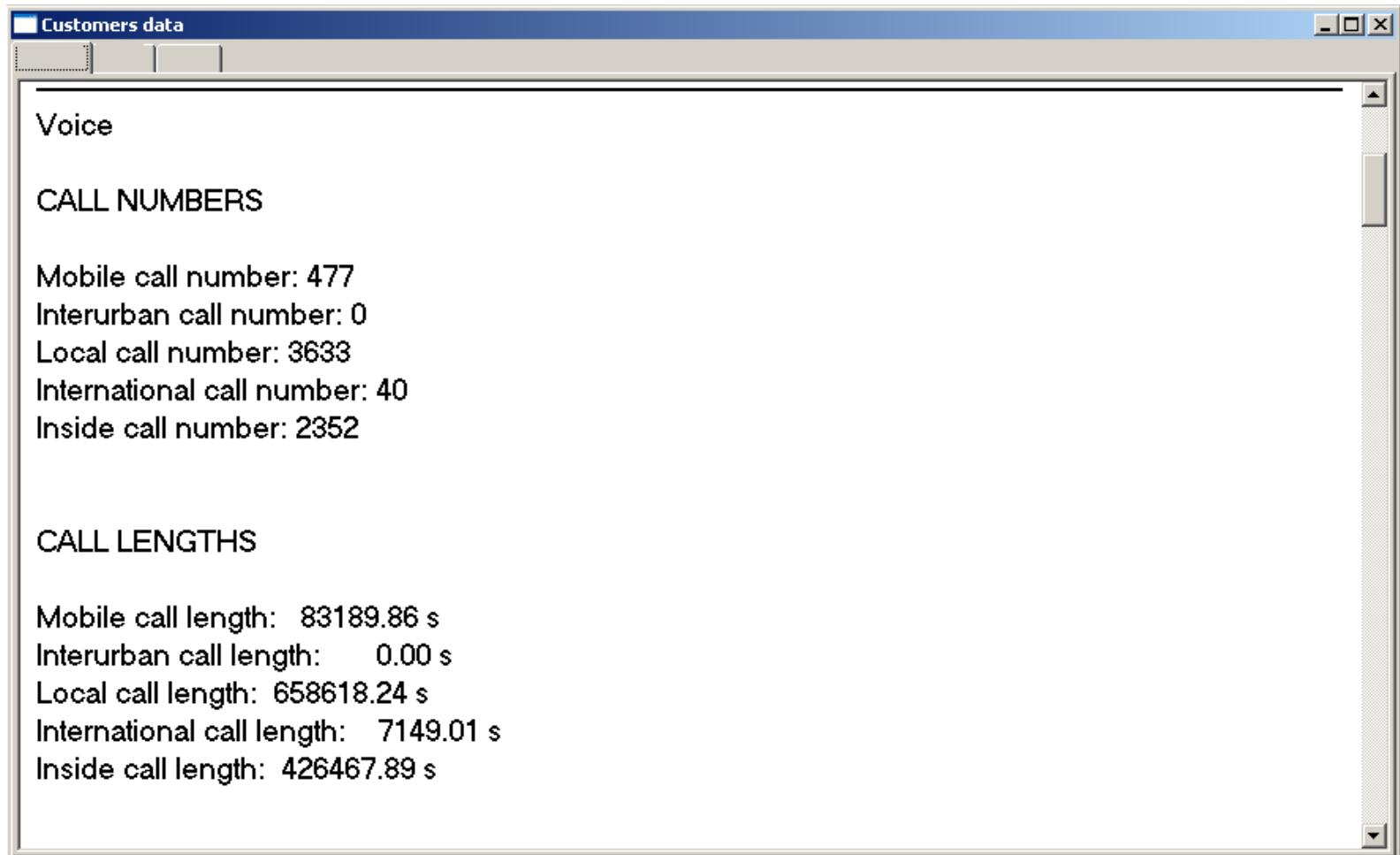
The customer's costs	
version A	version B
Links	
Leased line: 0 Ft / Mnth	0 Ft / Mnth
ISDN2: 0 Ft / Mnth	0 Ft / Mnth
ISDN30: 0 Ft / Mnth	0 Ft / Mnth
Analog: 0 Ft / Mnth	0 Ft / Mnth
IP: 0 Ft / Mnth	0 Ft / Mnth
X.25: 0 Ft / Mnth	0 Ft / Mnth
Equipments	
DTU / ACCED C: 0 Ft / Mnth	0 Ft / Mnth
Router: 0 Ft / Mnth	0 Ft / Mnth
PBX: 0 Ft / Mnth	0 Ft / Mnth
Strategic system environment (LANs)	
Switch: 0 Ft / Mnth	0 Ft / Mnth
Host: 0 Ft / Mnth	0 Ft / Mnth
Application: 0 Ft / Mnth	0 Ft / Mnth
Services	
VolP: 0 Ft / Mnth	0 Ft / Mnth
Videoconference: 0 Ft / Mnth	0 Ft / Mnth
eSigno: 0 Ft / Mnth	0 Ft / Mnth

Riport Általános



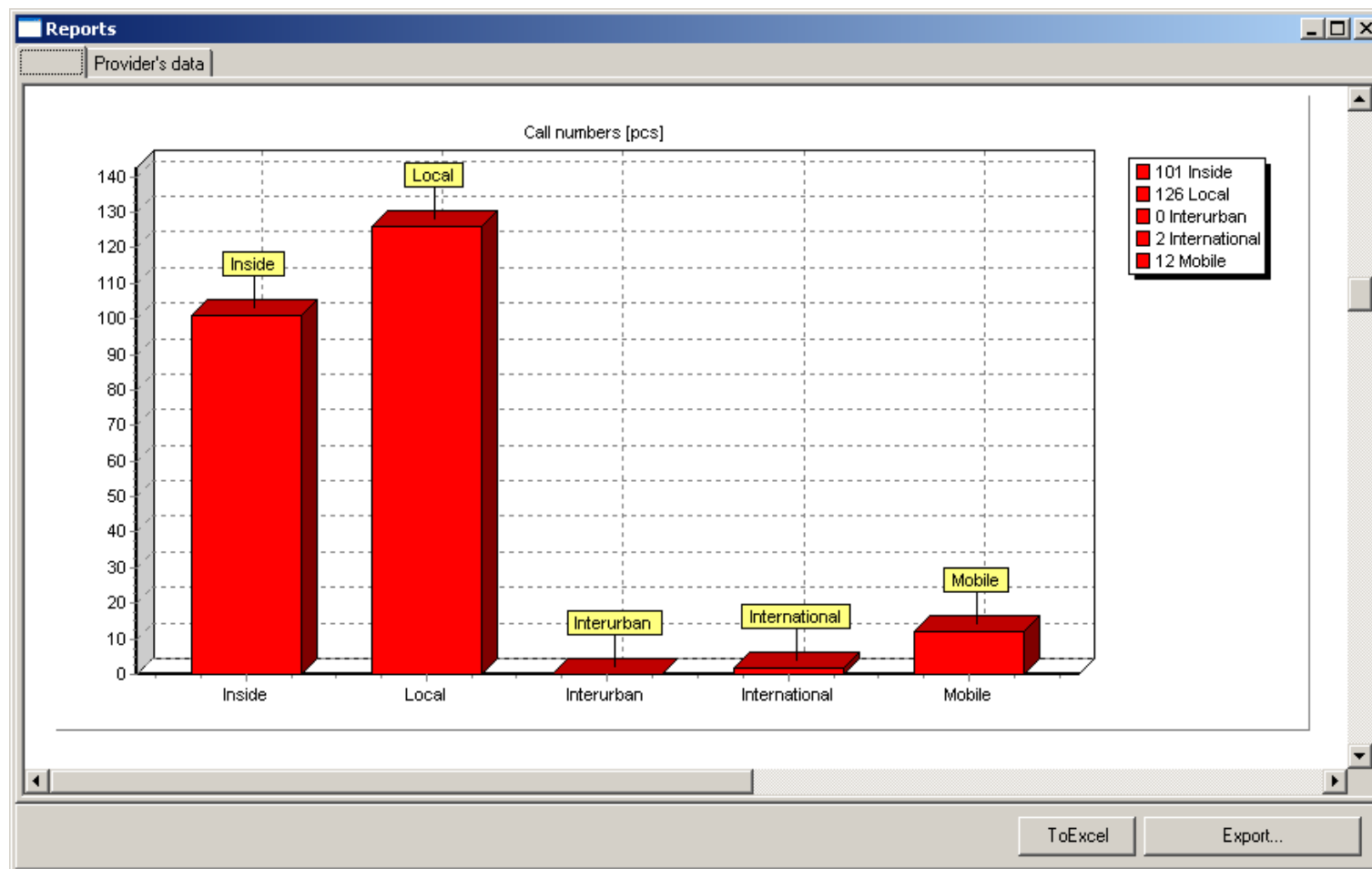
Riport

Hívásszámok, hosszak



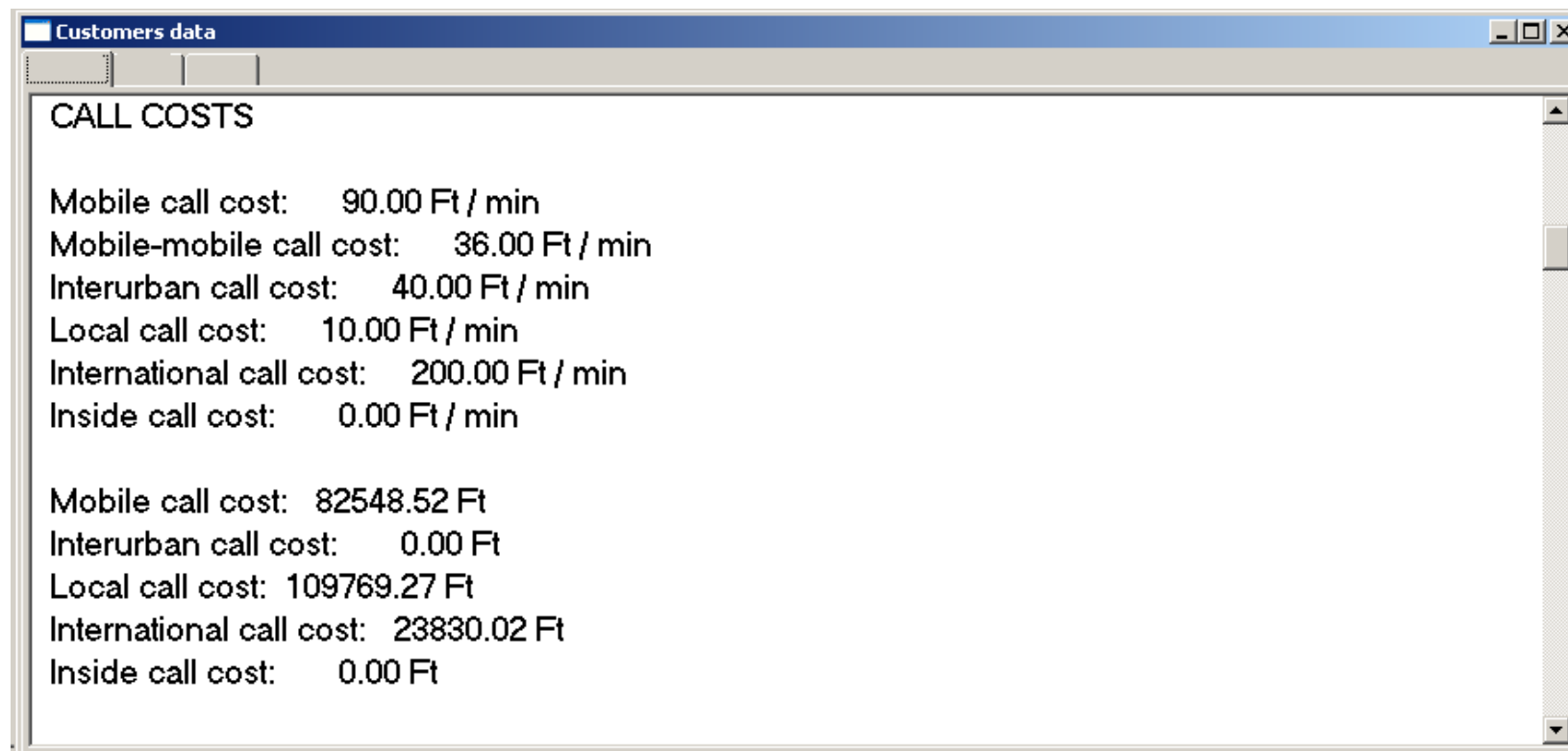
Riport

Hívásszámok típusonként



Riport

Hívás költségek

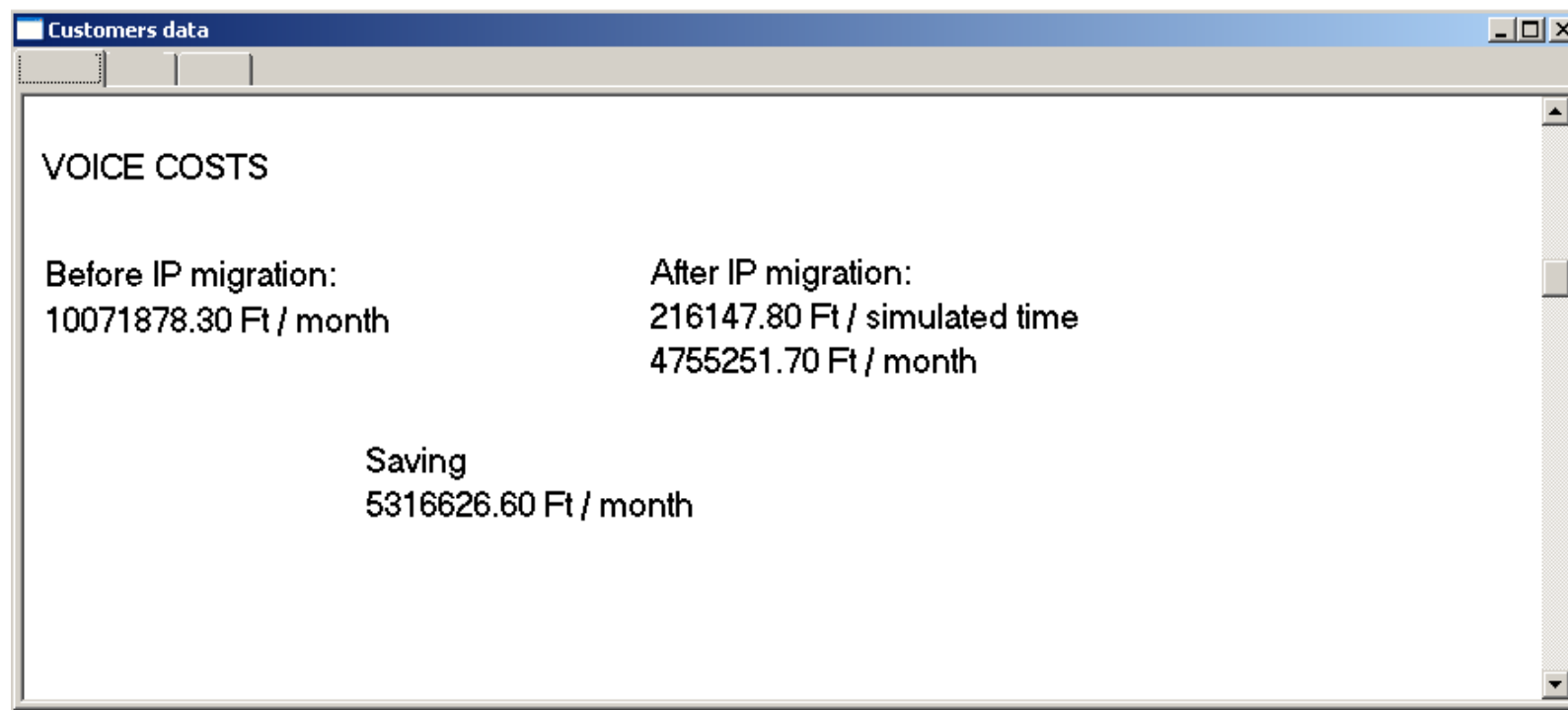


A screenshot of a software window titled "Customers data". The window contains a list of call costs. The list is divided into two sections. The first section lists rates per minute for various call types. The second section lists total costs for the same call types. The window has a standard Windows-style title bar with minimize, maximize, and close buttons.

CALL COSTS	
Mobile call cost:	90.00 Ft / min
Mobile-mobile call cost:	36.00 Ft / min
Interurban call cost:	40.00 Ft / min
Local call cost:	10.00 Ft / min
International call cost:	200.00 Ft / min
Inside call cost:	0.00 Ft / min
Mobile call cost:	82548.52 Ft
Interurban call cost:	0.00 Ft
Local call cost:	109769.27 Ft
International call cost:	23830.02 Ft
Inside call cost:	0.00 Ft

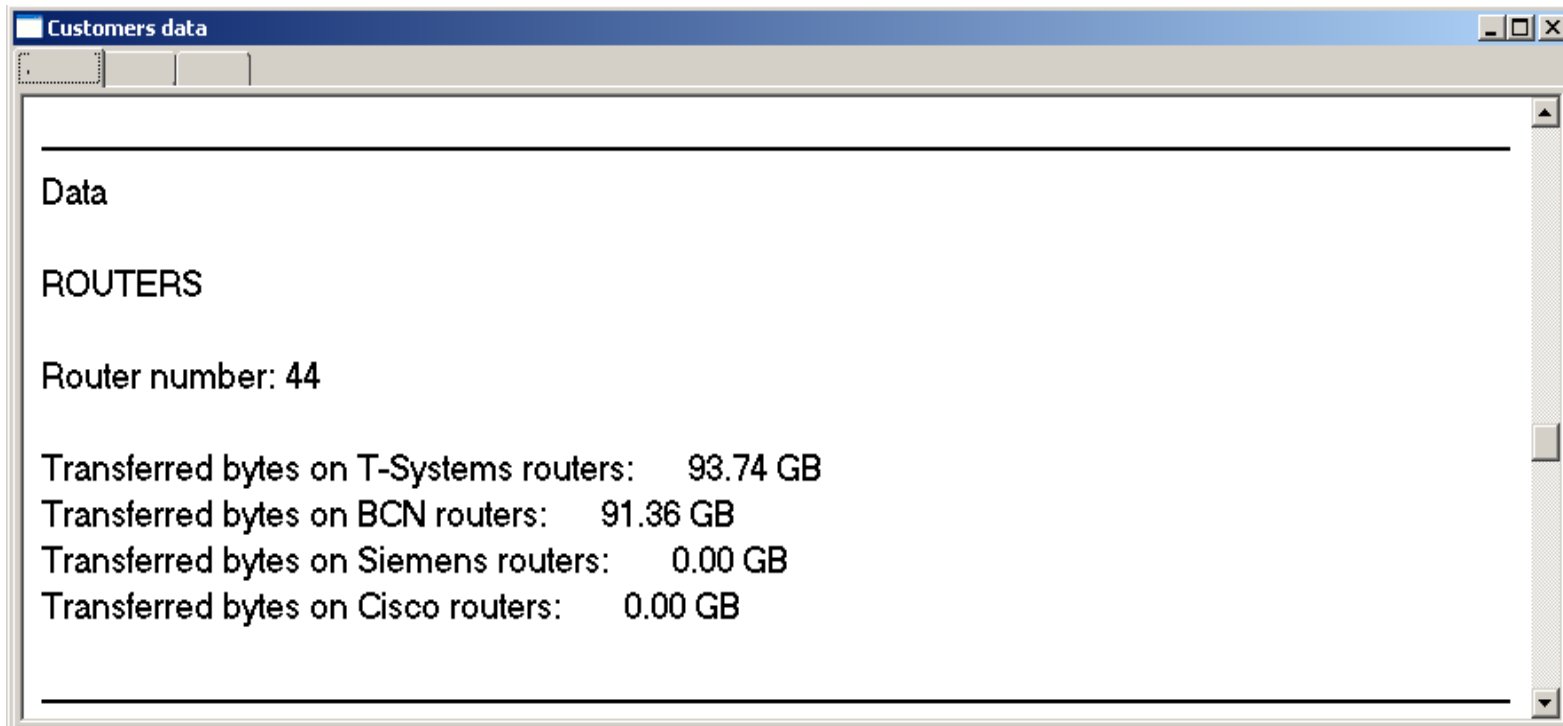
Riport

Forgalom után fizetendő költségek migráció előtt és után



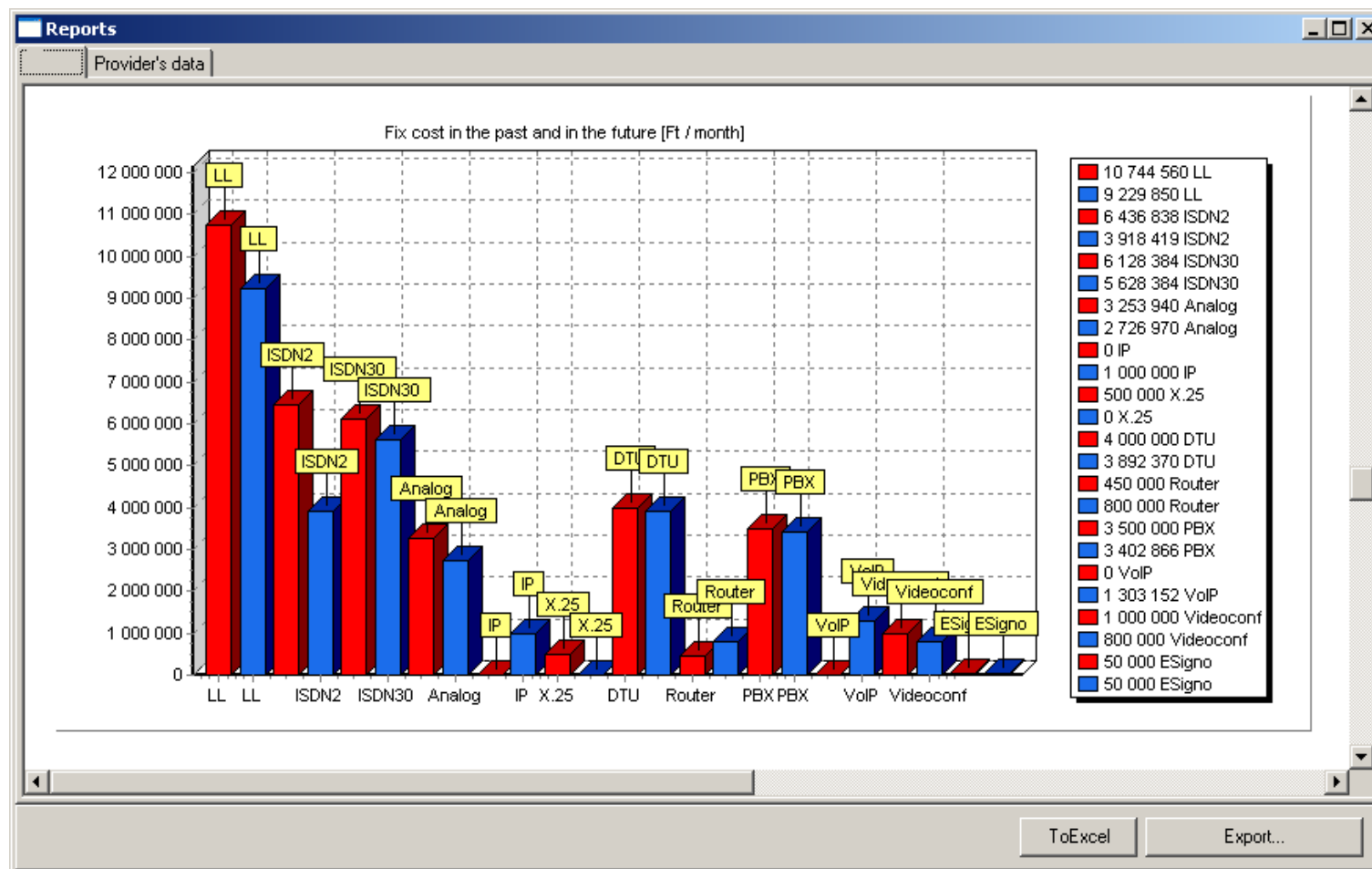
Riport

Routerek terheltsége tulajdonos / finanszírozó szerinti bontásban



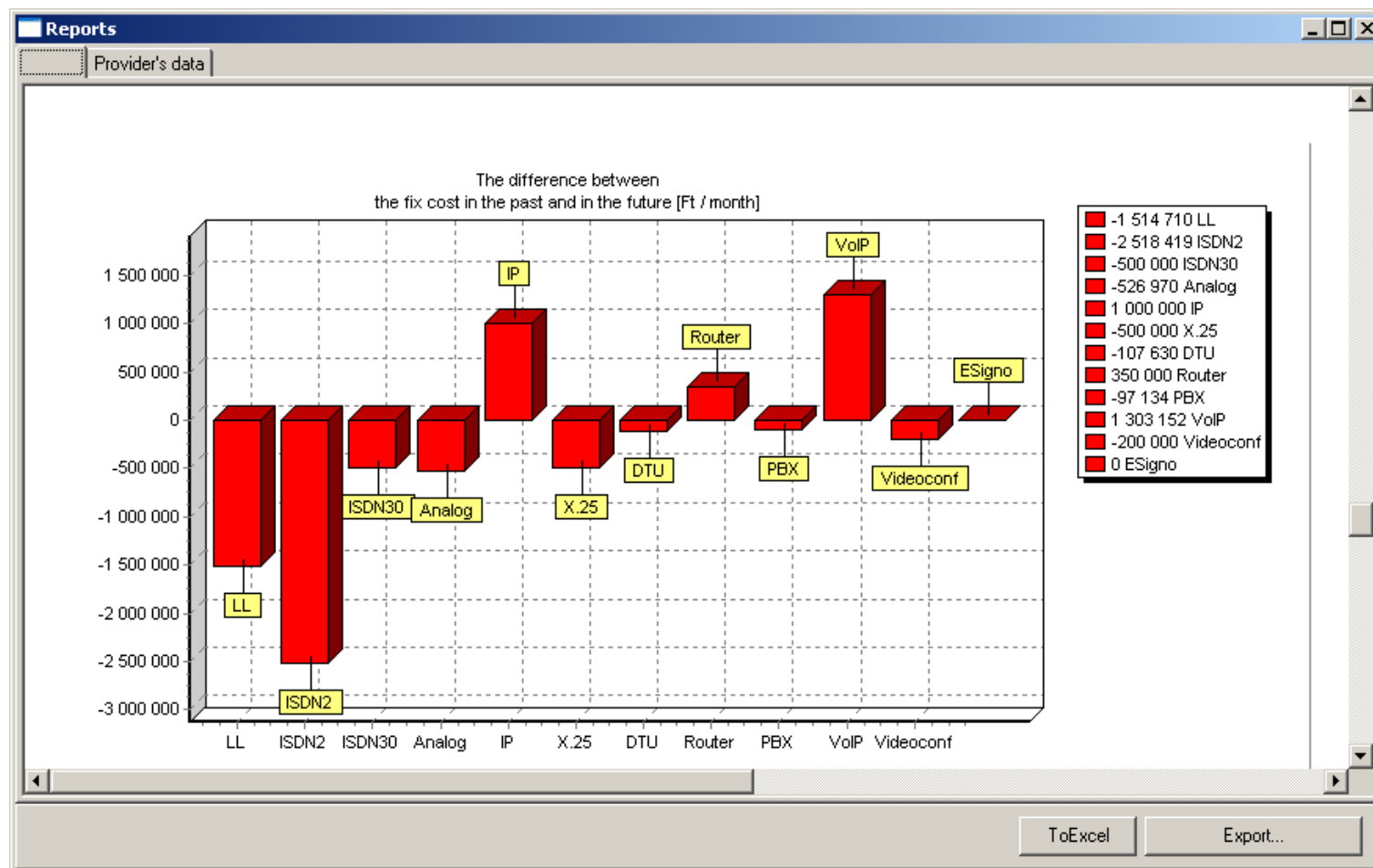
Riport

Havi fix költségek alakulása migráció előtt / után



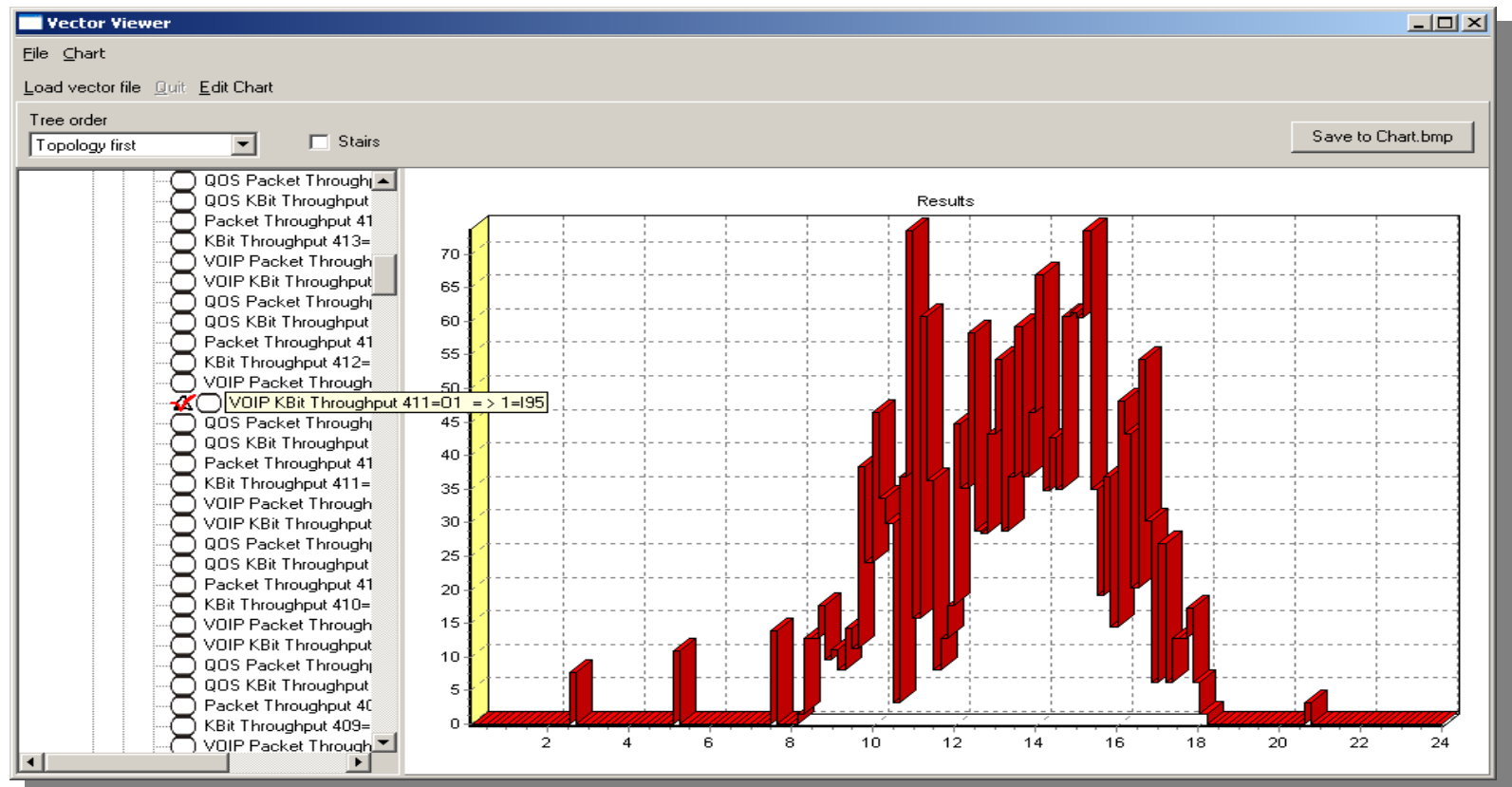
Riport

Fix költségek különbözete



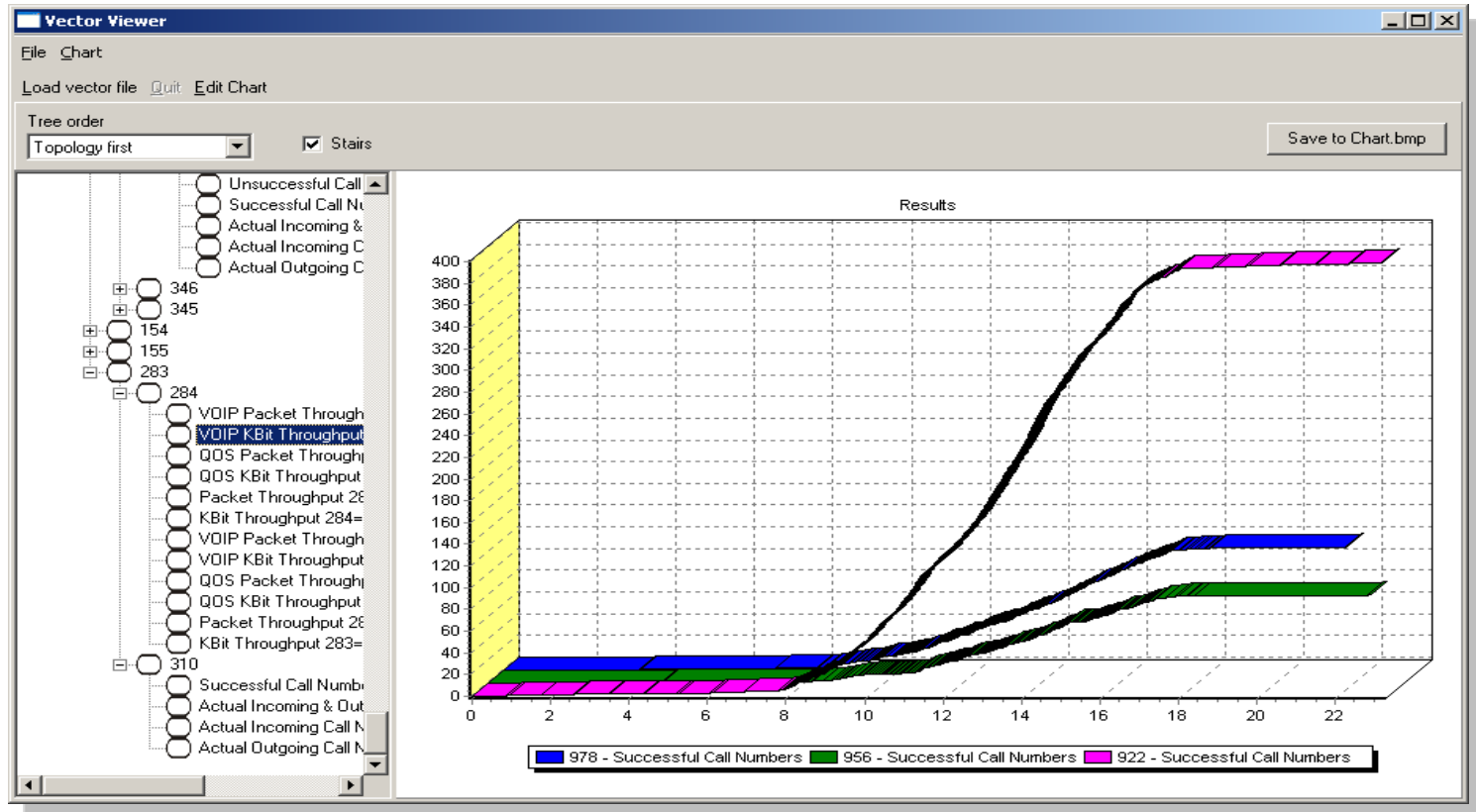
Vektoros outputok

Összeköttetések VoIP terheltsége



Vektoros outputok

Sikeres hívások száma a nap folyamán irányonként



Táblázatos állomány

Telefoncsoportból kiinduló és beérkező hívások, sikertelen hívások

Microsoft Excel - VOIPPhonesData [Olvasásra]

Fájl Szerkesztés Nézet Beszúrás Formátum Eszközök Adatok Ablak Súgó

Biztonság...

G17

	A	B	C	D	E
1	VOIPPhones	Incoming calls	Outcoming calls	Unsuccessful calls	Success rate
2	SYSTEM.116.169.208	227	1698	1704	49.91
3	SYSTEM.111.131.259	2306	896	2576	25.81
4	SYSTEM.106.164.187	231	216	193	52.81
5	SYSTEM.101.165.191	221	296	285	50.95
6	SYSTEM.96.166.195	253	341	269	55.90
7	SYSTEM.91.167.199	259	130	141	47.97
8	SYSTEM.86.170.219	241	107	101	51.44
9	SYSTEM.81.171.217	239	126	120	51.22
10	SYSTEM.76.173.223	227	104	92	49.76
11	SYSTEM.71.172.227	239	309	296	51.17
12	SYSTEM.66.168.204	236	226	196	53.55
13	SYSTEM.61.174.245	231	170	182	48.30
14	SYSTEM.56.182.252	244	204	189	51.91
15	SYSTEM.51.181.258	239	313	306	50.57
16	SYSTEM.46.179.261	247	300	294	50.51
17	SYSTEM.41.178.256	212	310	313	49.76
18	SYSTEM.36.177.254	219	255	189	57.43
19	SYSTEM.31.176.250	210	305	291	51.17
20	SYSTEM.26.175.248	222	197	191	50.77

VOIPPhonesData

Rajz Alakzatok

Kész

NUM

Táblázatos állomány

Csomagok száma, késleltetése, jitter

Microsoft Excel - IPApplicationData [Olvasásra]

F7

	A	B	C	D
1	IPApplication	Number of packets	Average delay	Average delay deviation
2	SYSTEM.116.169.266	684	1.45308	1.60493
3	SYSTEM.111.131.280	11525	0.773531	0.806202
4	SYSTEM.106.164.209	2080	0.0104387	0.00397534
5	SYSTEM.101.165.262	697	1.40684	1.58017
6	SYSTEM.96.166.263	674	1.47688	1.6073
7	SYSTEM.91.167.264	673	1.48018	1.60317
8	SYSTEM.86.170.267	669	1.48265	1.60334
9	SYSTEM.81.171.268	693	1.43209	1.59127
10	SYSTEM.76.173.270	687	1.44271	1.6033
11	SYSTEM.71.172.269	668	1.48502	1.60177
12	SYSTEM.66.168.265	673	1.4848	1.61355
13	SYSTEM.61.174.271	697	1.41956	1.59291
14	SYSTEM.56.182.275	685	1.44604	1.59478
15	SYSTEM.51.181.278	674	1.47062	1.59918
16	SYSTEM.46.179.270	684	1.44717	1.59157

IPApplicationData

Rajz Alakzatok

Kész

NUM

Táblázatos állomány

Routerek terheltsége, VoIP forgalom

Microsoft Excel - IPRouterData [Olvasásra]

Fájl Szerkesztés Nézet Beszúrás Formátum Eszközök Adatok Ablak Súgó

Biztonság...

A1 = IPRouter

	A	B	C	D	E	F	G
1	IPRouter	KBytes Routed	VOIP KBytes Routed	QOS KBytes Routed	Packets Routed	VOIP Packets Routed	QOS Packets Routed
2	SYSTEM.116.1	30025436.718003	2232122.500000	0.000000	84129	63733	
3	SYSTEM.116.169.205	4168967.269000	1059982.500000	0.000000	36793	32017	
4	SYSTEM.111.131.133	56867788.660004	1388685.000000	0.000000	64289	38080	
5	SYSTEM.111.1	58135332.810022	2591760.000000	0.000000	118245	66197	
6	SYSTEM.106.1	263791.300000	259712.500000	0.000000	24643	7718	
7	SYSTEM.106.164.183	263791.300000	259712.500000	0.000000	24643	7718	
8	SYSTEM.101.1	9831040.568000	593267.500000	0.000000	21704	16064	
9	SYSTEM.101.165.188	3357928.363000	306217.500000	0.000000	10843	8850	
10	SYSTEM.96.1	6694307.905000	508245.000000	0.000000	17674	14020	
11	SYSTEM.96.166.192	3462022.345000	367022.500000	0.000000	12396	10355	
12	SYSTEM.91.1	3348798.760000	257735.000000	0.000000	8870	7250	
13	SYSTEM.91.167.196	3335441.260000	244377.500000	0.000000	8459	6839	
14	SYSTEM.86.1	6937402.621000	777680.000000	0.000000	25336	22099	
15	SYSTEM.86.170.210	3314137.664000	233025.000000	0.000000	7993	6433	
16	SYSTEM.81.1	3471391.057000	392782.500000	0.000000	12656	10993	
17	SYSTEM.81.171.214	3324977.557000	246370.000000	0.000000	8141	6488	
18	SYSTEM.76.1	6551490.605000	385367.500000	0.000000	13925	10368	
19	SYSTEM.76.173.220	3299693.705000	217312.500000	0.000000	7559	5965	
20	SYSTEM.71.1	3418945.400000	335202.500000	0.000000	11519	9546	
21	SYSTEM.71.172.224	3414785.400000	331042.500000	0.000000	11391	9418	
22	SYSTEM.66.1	3384832.219000	279385.000000	0.000000	9921	8112	
23	SYSTEM.66.168.201	3384832.219000	279385.000000	0.000000	9921	8112	

IPRouterData

Rajz Alakzatok

Kész

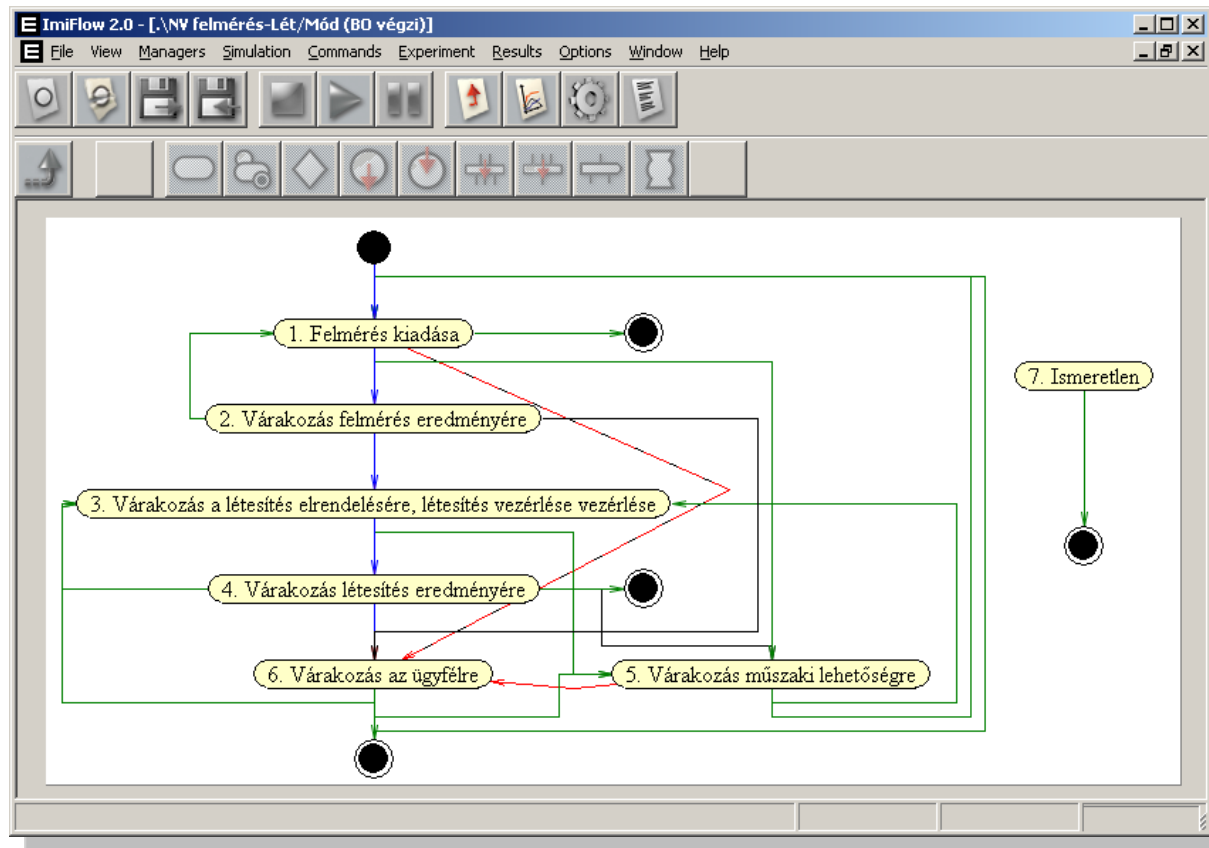
NUM

Folyamatmodellezés

Az ImiFlow-modell elemei

- » Generator: a szimuláció mozgatórugója, az entitás „bölcsője”
- » Result: az entitás „temetője”
- » Process: a folyamat lelke
- » Junction: döntési pont
- » Fork – Join: többszálú folyamatszakasz
- » Splitter: folyamat hasítása
- » Transform: az entitás átalakító műhely
- » Compound process: a hierarchikus folyamatábra kulcseleme

Az ImiFlow felület



Az ImiFlow-GUI lehetőségei

- » On-line grafikon, mellyel nyomon követhető a kiválasztott jellemzők változása a szimuláció során
 - » Grafikon kimenthető kép ill. Excel formátumban
- » Folyamat kinyomtatása
- » Animált szimuláció

Szimulációs eredmény-adatok

- » Entity
 - » Költségek (activity,resource(WT),role(WT),generation összege)
 - » Bejárt útvonal
 - » Sorbanállási idő
 - » Feldolgozási idő
- » Resource
 - » Foglaltság az idő függvényében
- » Result
 - » Beérkezett entitások száma
 - » Átfutási idejük statisztikus jellemzői (avg, min, max)
- » Process
 - » Beérkező, kimenő entitások száma
 - » Feldolgozási / kiszolgálási idők statisztikája
 - » Felhasznált erőforrások költsége

Irodalom

- » Lencse, G., Muka, L., 2006. "Expanded Scope of Traffic-Flow Analysis: Entity Flow-Phase Analysis for Rapid Performance Evaluation of Enterprise Process Systems" *Proceedings of the 2006 European Simulation and Modelling Conference (ESM'2006)*, (Toulouse, France, Oct. 23-25.) EUROSIS-ETI, 94-98.
- » Lencse, G., Muka, L., 2007. "Combination and Interworking of Four Modelling Methods for Infocommunications and Business Process Modelling" *Proceedings of the 5th Industrial Simulation Conference 2007 (ISC'2007)*, (Delft, The Netherlands, Jun. 11-13.) EUROSIS-ETI, 350-354.
- » Muka, L., Lencse, G., 2007. "Hard and Soft Approaches in a Simulation Meta-Methodology" *Proceedings of the 5th Industrial Simulation Conference 2007 (ISC'2007)*, (Delft, The Netherlands, Jun. 11-13.) EUROSIS-ETI, 17-22.
- » Muka L., Lencse G., 2008. "Meta-módszer fejlesztése infokommunikációs rendszerek és kapcsolódó folyamatok hatékony szimulációjához" *Híradástechnika*, Vol. LXIII, No. 2, 37-43.
- » Lencse, G., Muka, L., 2010. "Entity Flow-Phase Analysis for Fast Performance Estimation of Organisational Process Systems" *Acta Technica Jaurinensis*, Vol. 3, No. 2, 207-220.
- » Esettanulmányok: <http://www.elassys.hu>