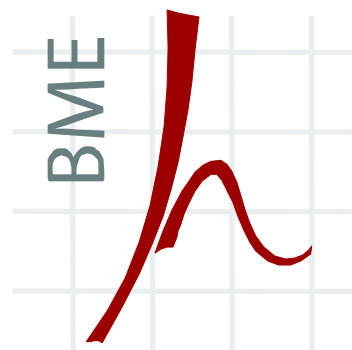




Egyszerű modellszámítások országos kiterjedésű hálózatra FLEXPLANET alapokon

Fazekas Péter, Jakab Tivadar, Sipos Attila

(jakab@hit.bme.hu)

Hálózattervezés laboratórium

Híradástechnikai tanszék

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Tartalom

- Motivációk
- Alapgondolatok
- Tervezői megközelítések
- FLEXPLANET tervezőrendszer
- A hálózatmodell
- Modellszámítások
- Illusztratív eredmények
- Összefoglalás, következtetések



Motivációk

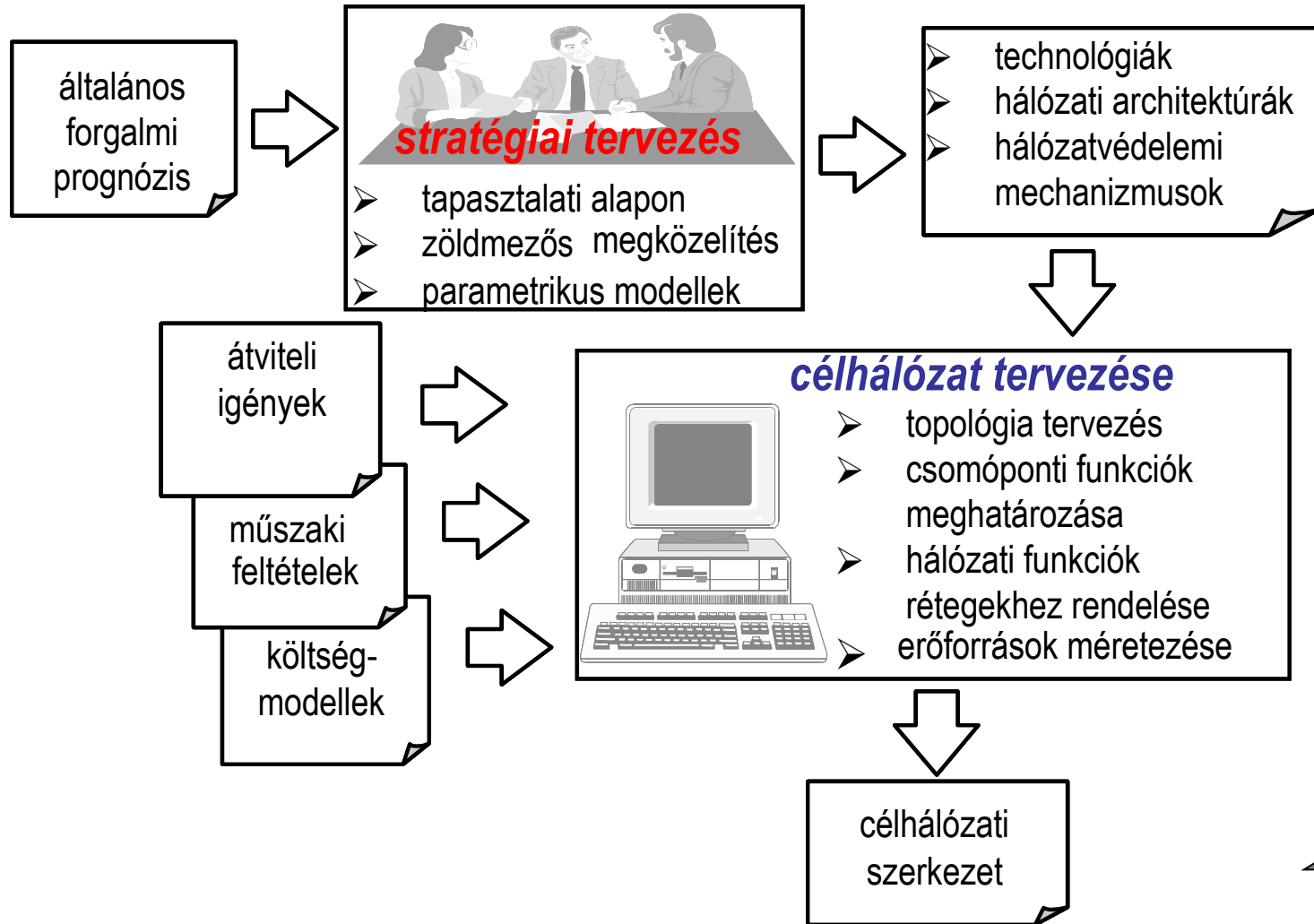
- Kormányzati munka infokommunikációs támogatása: nagy rendelkezésreállású hálózat
- Személybiztonság garantálása: teljes mobil lefedettség, helymeghatározással
- Hatékony energiagazdálkodás infokommunikációs támogatása: távközlési és technológiai hálózatok együttműködése
- Gerinchálózati és aggregációs (felhordó) hálózati infrastruktúra kereskedelmi szolgáltatással még el nem ért települések kiszolgálásához: nagy kiterjedésű, minden települést elérő hálózat

Alapgondolatok a hálózat kialakításával kapcsolatban

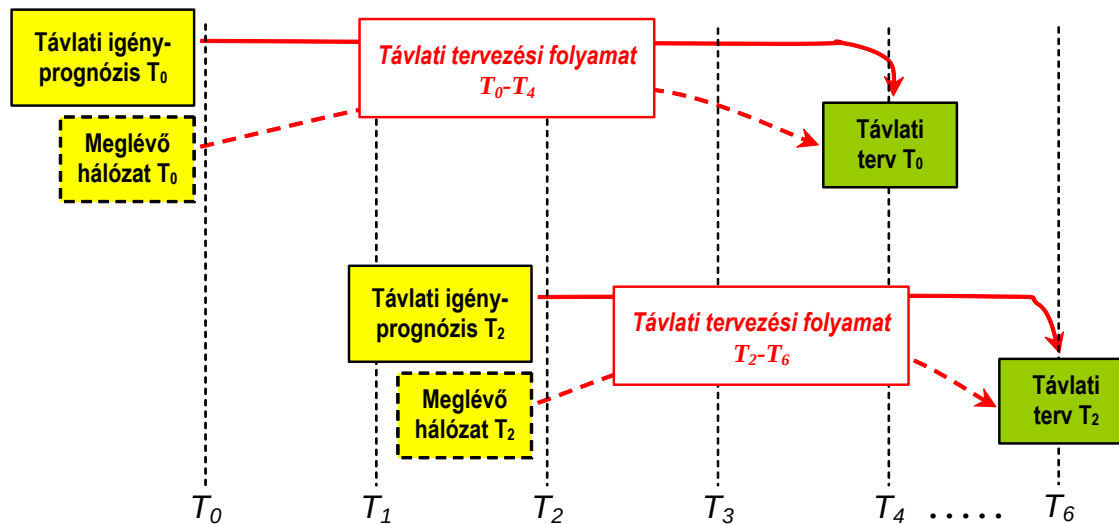
- **Általános megfontolások és értékelési szempontok**
 - Hálózati szolgáltatás minősége
 - Üzemeltethetőség, menedzselhetőség
 - Fokozatos kiépíthetőség, fejleszthetőség
 - Kiépítés és üzemeltetés költsége
- **Változatok gerinc/aggregáció/hozzáférés**
 - Vásárolt szolgáltatásokra alapozottan:
 - VPN/VPN/whole sale HSA
 - Bérelt és tulajdonolt erőforrásokra alapozottan:
 - sötét szálak/sötét szálak/whole sale HSA
- **A választott hálózati megközelítés**
 - Alapvetően meglévő infrastruktúra-elemek integrációjára alapozott kábeltopológia (nem zöldmezős)



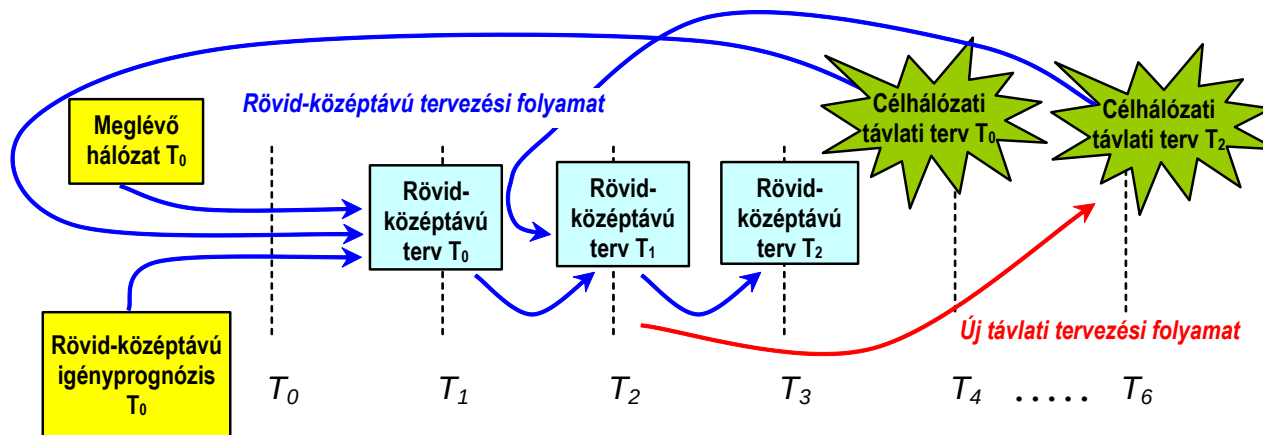
Stratégiai tervezés



Gördülő tervezés



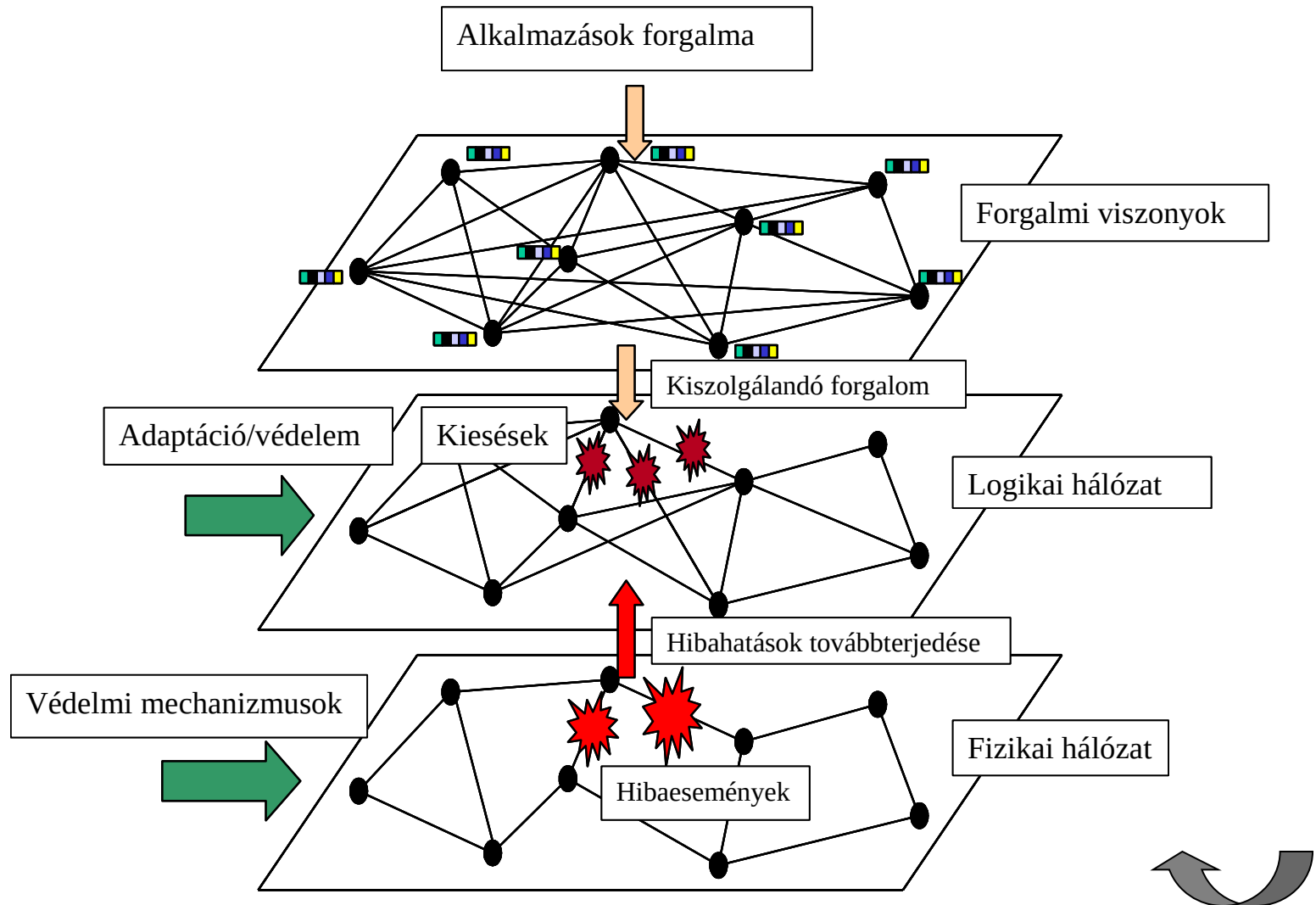
a) Távlati tervezési megközelítés



b) Rövid-középtávú tervezési megközelítés

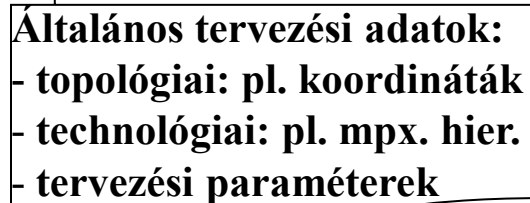


Rendelkezésreállási analízis



FLEXPLANET tervezőrendszer

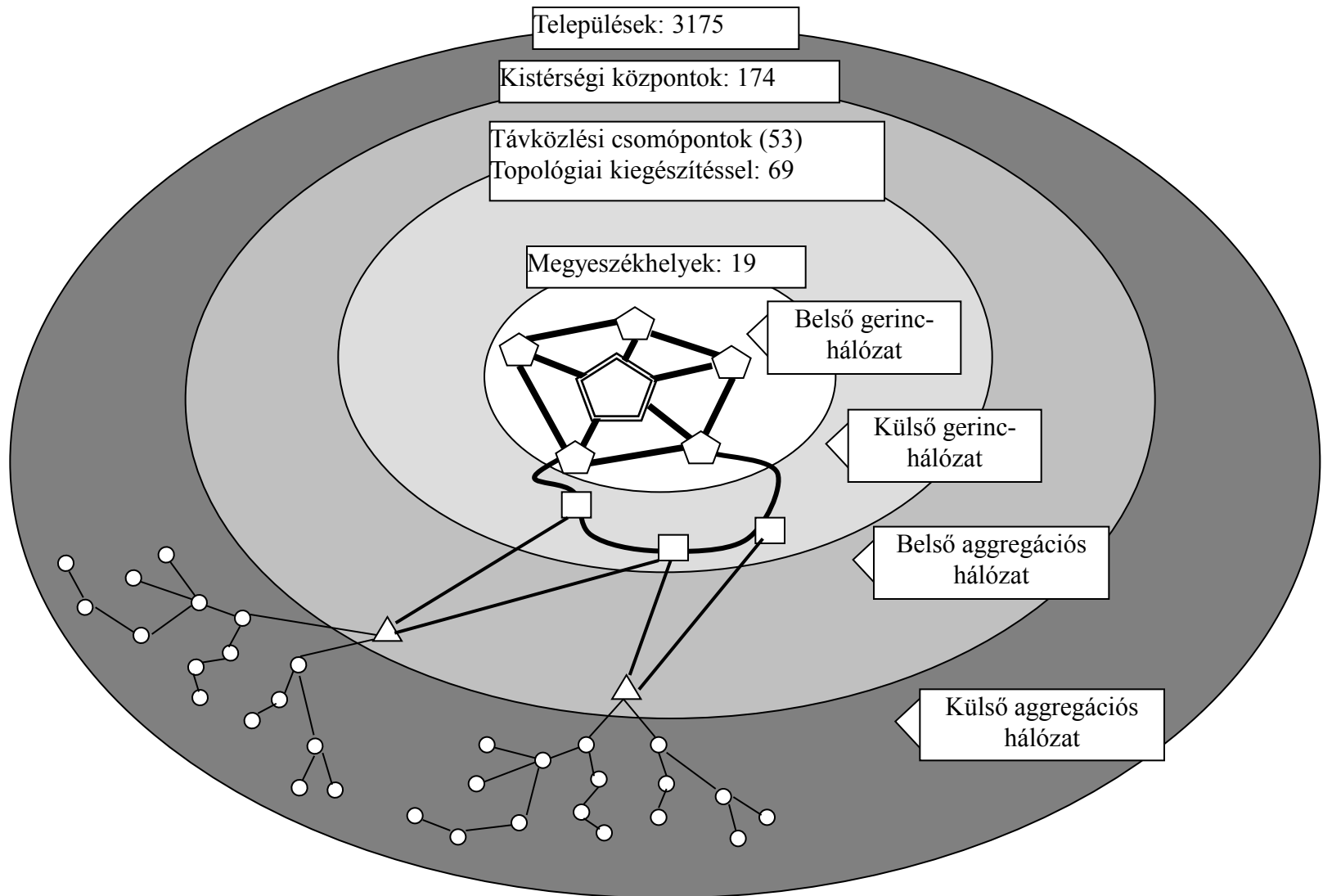
- BME Híradástechnikai tanszék Hálózattervezési laboratóriuma által fejlesztett **integrált hálózattervező és hálózatanalízis keretrendszer** harmadik generációs változata (PLANET, XPLANET, FLEXPLANET)
- A tervezőrendszer egy **általános technológia-független alapmodellre épül**, amely hatékony alapot teremt a logikai és berendezés szintű tervezési folyamatok rugalmas implementálására
- A tervezési és analízis funkciók **különböző technológiai és architekturális változatok támogatása** gerinc-, aggregációs (felhordó) és kisebb mértékben hozzáférési hálózatok tervezéséhez
- A **Magyar Telekom** hálózataira és hálózattervezési környezetére adaptált változatát a MT PKI hálózattervezői a nagyméretű és nagy komplexitású szolgáltatói hálózatok **gyakorlati tervezési és analízis feladatainak megoldása során rendszeresen használják**



Hálózatmodell

- **Logikai szerkezet**
 - Kiszolgálandó csomópontok kategorizálása
 - A csomópontokat kiszolgáló hálózati szegmens és jellemzői
- **Potenciális nyomvonalak, összeköttetések**
 - Meglévő infrastruktúra-elemek integrált felhasználásával
 - Távközlési szolgáltatók hálózatai, technológiai hálózatok, hálózatépítésre alkalmas infrastruktúra-elemek
- **Településmodell**
 - A hálózathoz csatlakoztatott települések általános hálózati modellje
 - A település csatlakoztatása a különböző építési módú optikai infrastruktúrához

Logikai hálózatmodell



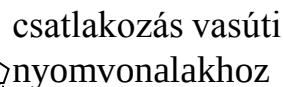


 első és
 másodrendű út
 vasút
 nagyfeszültségű
 távvezeték
 településen belüli
 kábelszakasz

Csatlak

1) a települést reprezentáló
hálózati pont/gyűrű

- ⬠ vasútállomás
- △ transzformátor
- állomás

csatlakozás közúti
nyomvonalakhoz

alapértelmezés szerinti
összeköttetések a településen
belül végződő forgalom
számára

----- opcionális összeköttetések
a tranzitforgalom számára

Modellszámítások

Adatok és eszközök

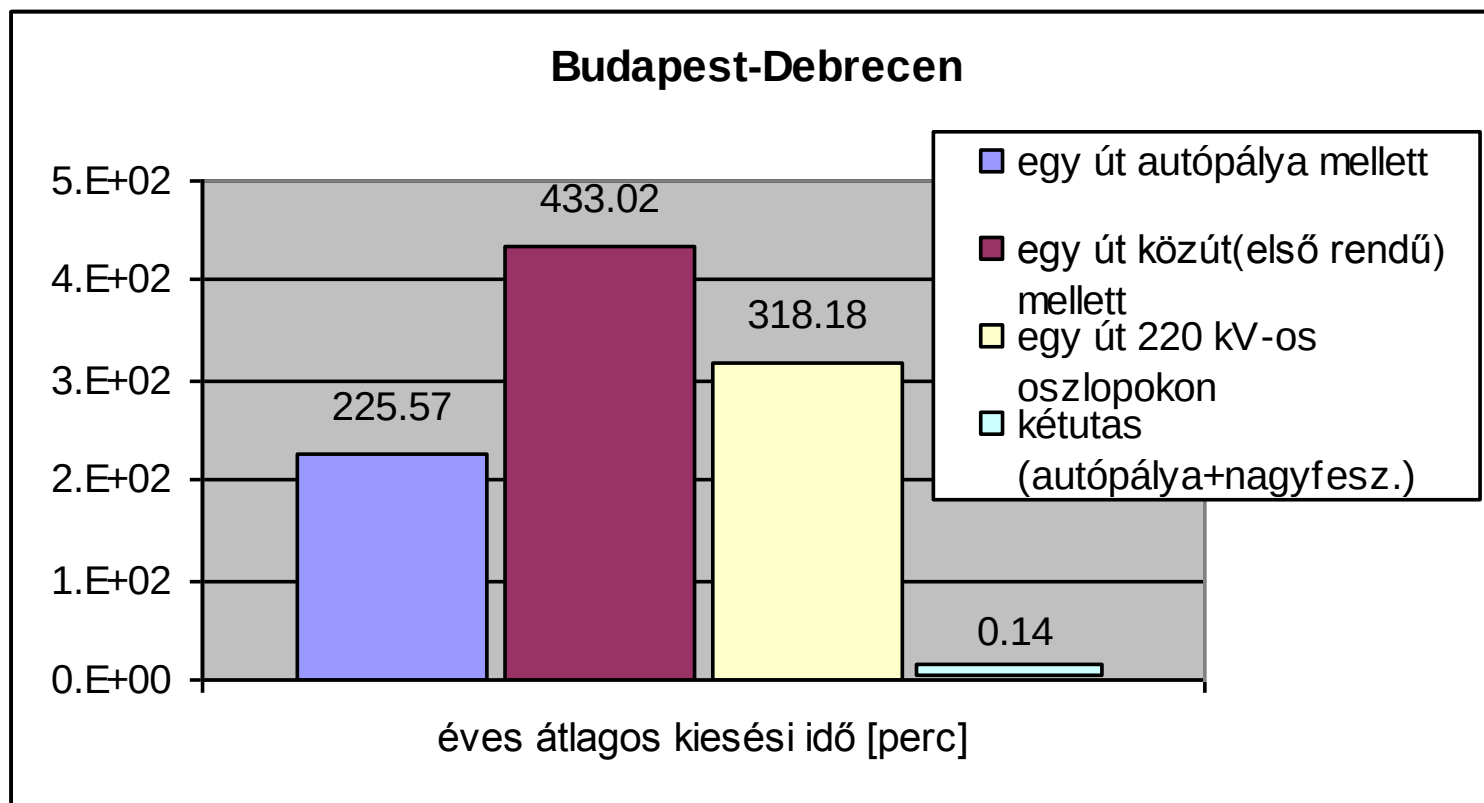
- **Rendelkezésre álló adatok és tervezési-elemzési funkciók**
 - **Szabadon hozzáférhető adatok** (MapPoint, KSH, stb.)
feldolgozásával és integrálásával létrehozott hálózati adatbázis
 - Potenciális felhasználók -> kiszorgálandó pontok -> forgalom
 - Potenciális kábeltopológiai nyomvonalak
 - **Hálózattervező és -elemző szoftvereszközök (FLEXPLANET)**
 - Összeköttetések útvonalainak meghatározása
 - Optimális topológia meghatározása (minimális feszítő fa, minimális kétszeres összefüggőségű topológia – Tarján)
 - Logikai topológia tervezése, rendszerméretezés
 - Rendelkezésreállási és QoS analízis
- **Milyen stratégiai célú tervezési és elemzési feladatokra alkalmasak**
 - Fizikai topológiai változatok elemzése
 - Optimális topológia meghatározása (költségek vagy szolgáltatásminőségi jellemzők alapján)
 - Demográfiai (lakosság, háztartások) vagy más statisztikai (intézmények) adatokra alapozottan szolgáltatási igények becslések
 - Logikai és technológiai változatok összehasonlító elemzése



- A fizikai topológiával szemben támasztott követelmény: magas rendelkezésreállítás → legalább két független irányú elérés
- Rendelkezésreállítás: kétirányú elérés és alternatív építés
- Fizikai topológiai alapváltozatok
 - Csomópontok elérhetősége a potenciális kábelnyomvonalakon
 - A logikai hálózatmodell szerinti csomópont-kategóriákat lefedő hálózati változatok

Rendelkezésreállítás: kétirányú elérés és alternatív építés

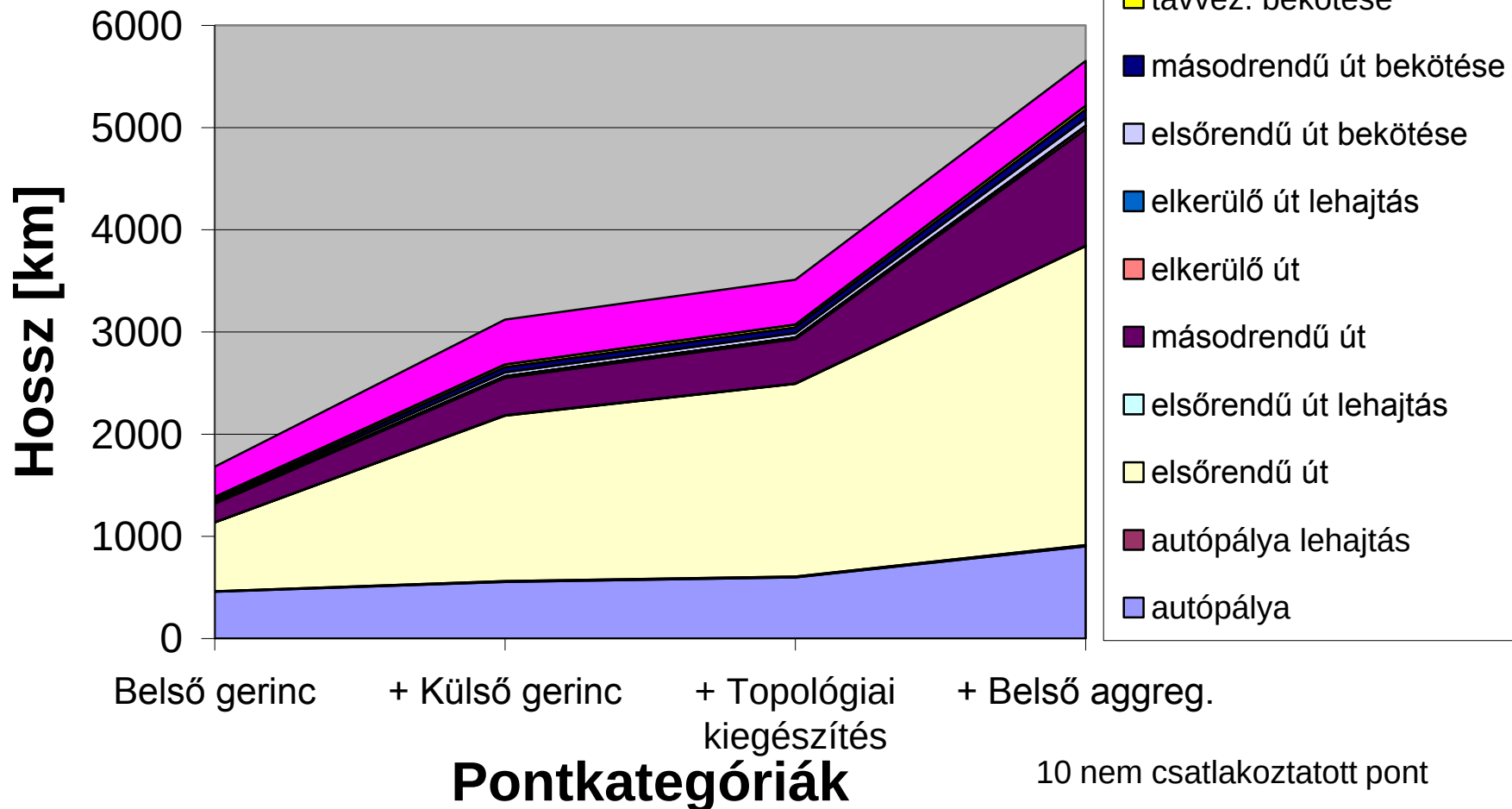
- Budapest-Debrecen 225 km-es nyomvonal
- Különböző építési módok (autópálya, elsőrendű út, nagyfeszültségű távvezeték)
- Egy útra és két független útra várható éves kiesési idő (perc)



Csomópontok elérhetősége

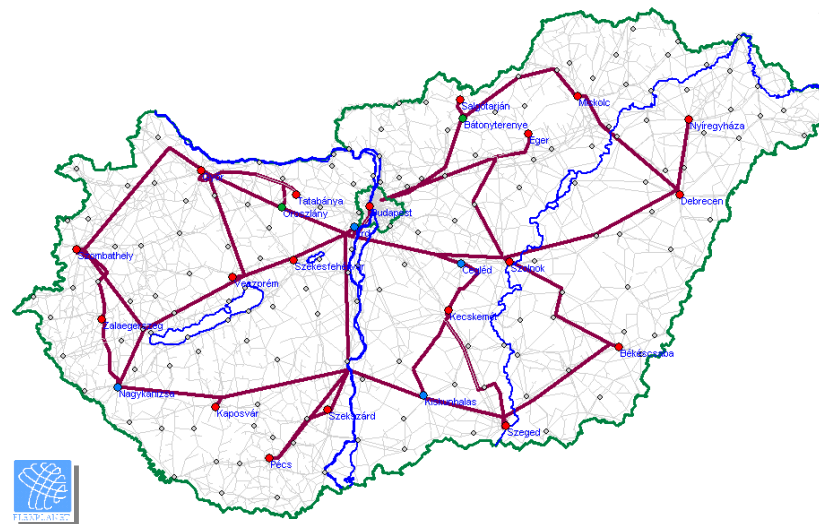
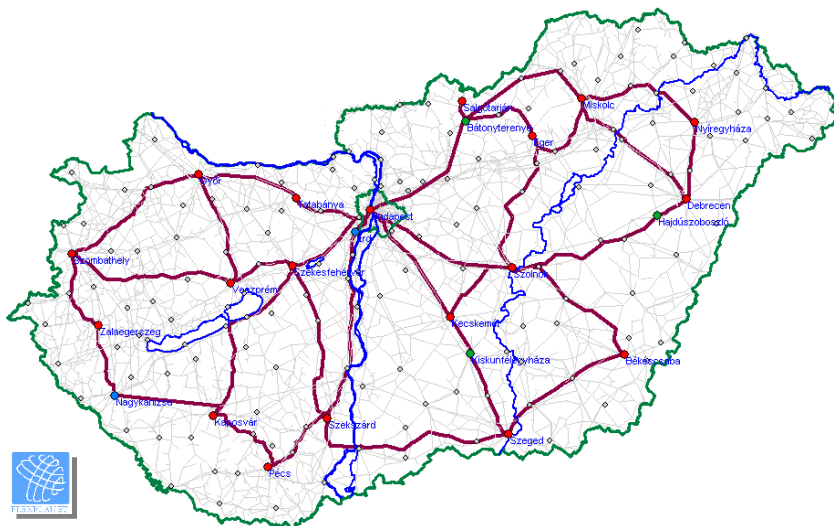
Autópálya, nagyfeszültségű távvezeték, első és másodrendű út nyomvonalak

Kategóriánkénti csomópontok elérése Budapestről (fa)

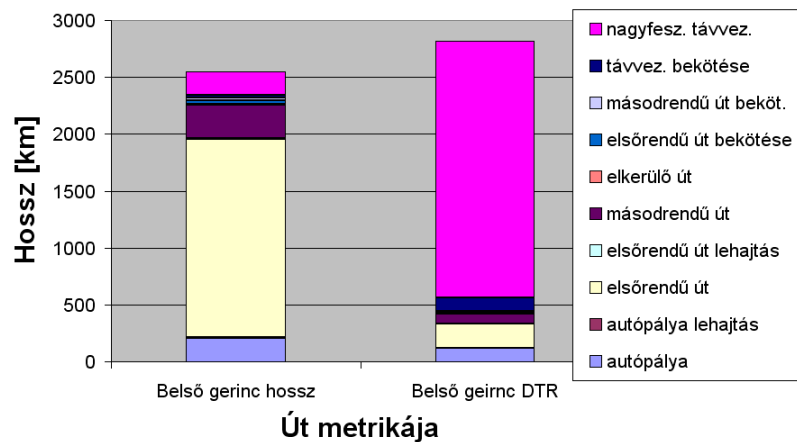


Topológiai változatok

A belső gerinchálózat nyomvonalai hossz és DTR alapon

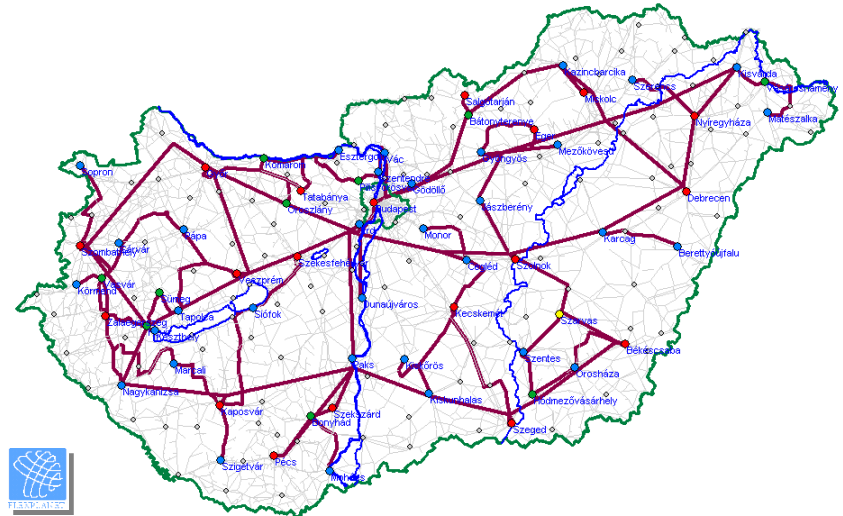
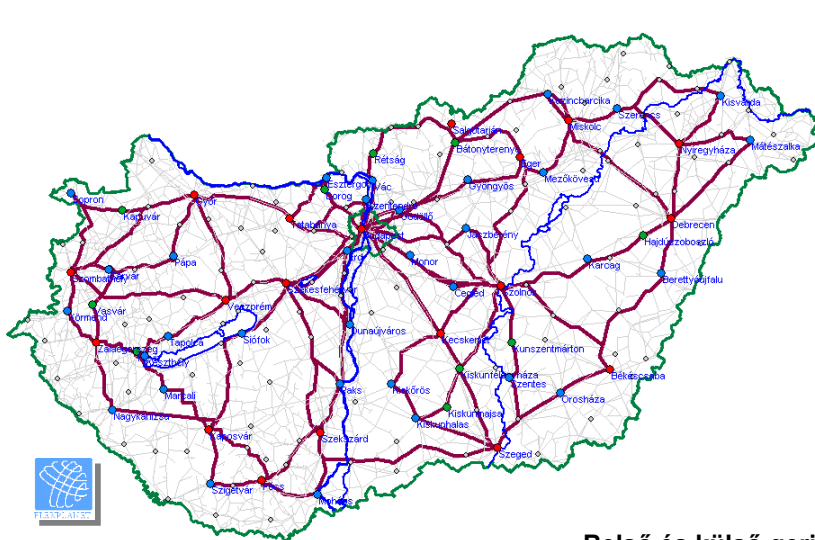


Belső gerinchálózati csomópontok csatlakoztatása

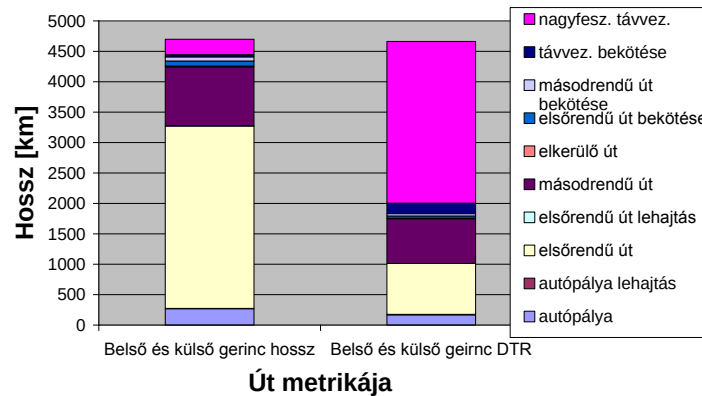


Topológiai változatok

A belső és külső gerinchálózat nyomvonalai hossz és DTR alapon



Belső és külső gerinchálózati csomópontok csatlakoztatása



Összefoglalás

Országos hálózat tervezői szempögből

- Infrastruktúra-integrációra alapozott topológia
- Meghatározó szempont a menedzselhetőség
 - Sötét szál alapú integráció
 - Térinformatikára alapozott nyilvántartás
 - Aktívan menedzselhető hálózatelemek
 - E2E ernyőmenedzsment
- Alapvető szempont a hálózati szolgáltatás folytonossága
 - Függetlenül meghibásodó (kétirányú) elérhetőség a kábeltopológián
 - A két irány logikai értelmű, alternatív építésű irányokat (is) jelenthet

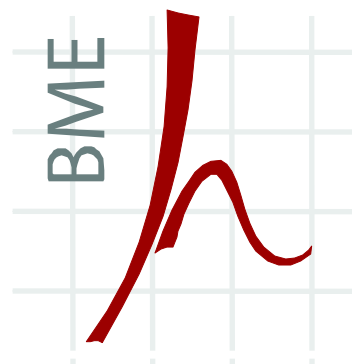
Összefoglalás

Stratégiai tervezés: a munka folytatása

- **BME HT Hálózattervezés Laboratórium:** Több évtizedes hálózattervezői tapasztalat
- **FLEXPLANET:** Integrált, gyakorlati alkalmazásokban sikeresen használt tervezőrendszer (valós méretű és komplexitású hálózatokra skálázható modellek és módszerek)
- Stratégiai változatok kidolgozásához **hálózati alapmodellek** és megfelelő pontosságú **hálózati adatbázisok**
- Stratégiai változatok kidolgozása:
 - optimális fizikai topológiai változatok
 - pont-pont kábelkapcsolatok DTR analízise
 - skálázási vonatkozások elemzése (sötét szál, optikai csatorna kapacitások különböző logikai modellek szerint)
 - CAPEX és OPEX számítások
 - a hálózat kialakításának fázisai







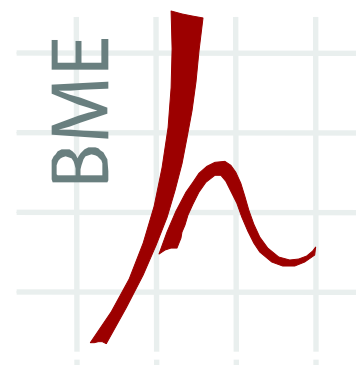
Köszönöm a figyelmet!

jakab@hit.bme.hu

Hálózattervezés laboratórium

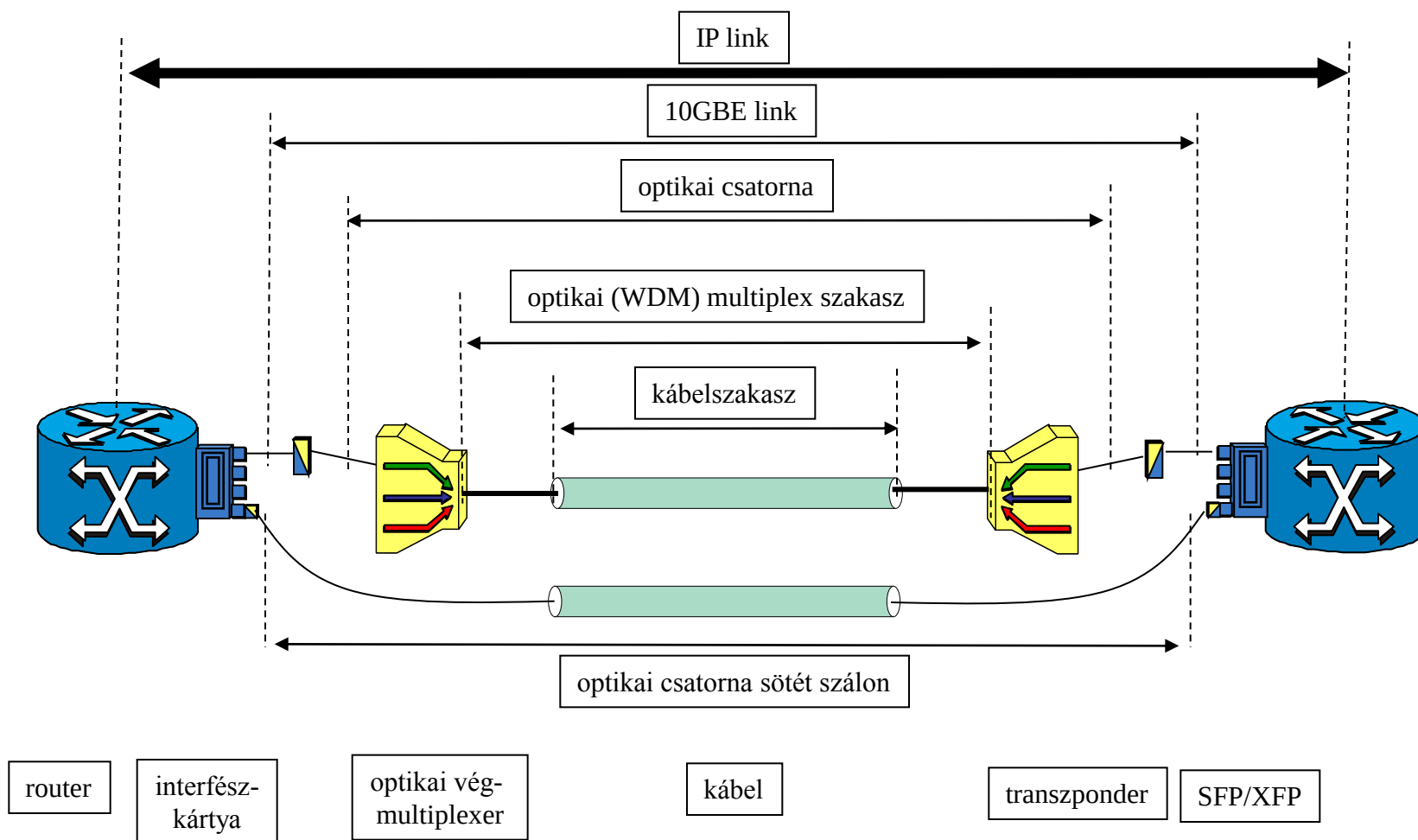
Híradástechnikai tanszék

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem



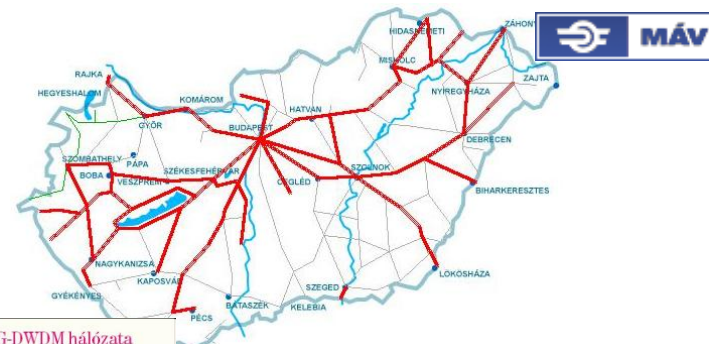
Tartalék

IP-optika összeköttetés



Megbízhatósági paraméterek 1 km-es kábelszakaszra

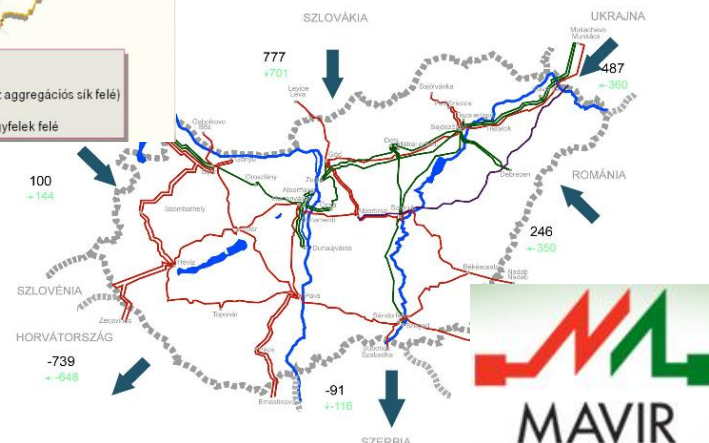
Optikai kábel építési módja	MTBF [millió óra]	Javítás [óra]	DTR
alépítménybe telepített városi	1.5	4	2.60E-06
földbe telepített mezei (alapeset)	1.8	6	3.36E-06
autópálya mellett	2.2	4	1.88E-06
nagyfesz. oszlopokon	18	45	2.69E-06



A Magyar Telekom első fázisban kiépülő NG-DWDM hálózata

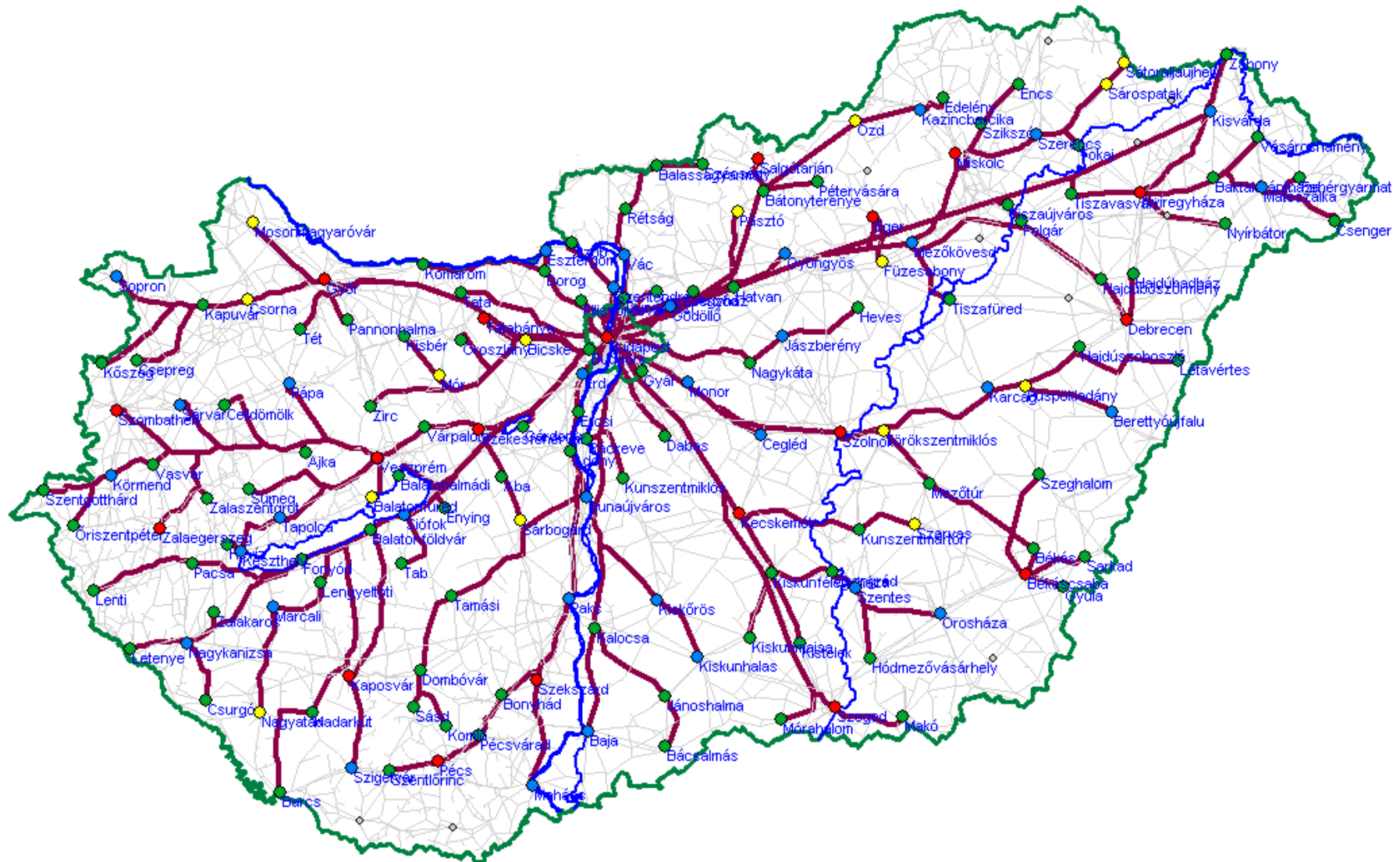


TATÁSZTIKAI VÁLTOZÁSOK		17 fejlett ipari ország (és Magyarország) közlekedési arányai a GDP %-ában										OECD Economic Outlook 81 (Spring 2007) adatszámítás alapján		Sajtó becslés
Államok neve	1950-1959 től	1960-1969 től	1970-1979 től	1980-1989 től	1990-1999 től	2000-2009 től	2010-2019 től	2020-2029 től	2030-2039 től	2040-2049 től	2050-2059 től	2060-2069 től	2070-2079 től	2080-2089 től
Magyarország	18,70	19,13	19,20	19,37	19,60	19,80	19,90	19,90	19,90	19,90	19,90	19,90	19,90	19,90
Németország	5,27	10,4	10,9	16,5	31,0	60,1	61,5	64,9	58,1	55,5	53,5	53,1	53,1	53,1
Franciaország	12,6	17,0	29,0	27,9	29,0	34,0	34,0	34,0	34,0	34,0	34,0	34,0	34,0	34,0
Olaszország	13,57	17,1	30,1	31,1	30,1	42,1	52,9	52,9	52,9	52,9	52,9	52,9	52,9	52,9
Ausztria	10,5	17,0	14,7	20,6	35,7	44,8	51,5	55,5	50,7	49,1	47,9	47,9	47,9	47,9
Belgium	11,3	17,1	21,1	21,1	21,1	30,1	52,9	52,9	52,9	52,9	52,9	52,9	52,9	52,9
Hollandia	9,1	9,0	13,5	19,0	33,7	55,8	54,8	54,8	54,8	54,8	54,8	54,8	54,8	54,8
U.K.	9,4	12,7	26,6	30,0	32,6	45,0	42,4	43,1	42,4	41,5	41,5	41,5	41,5	41,5
USA	10,0	14,4	35,0	34,0	32,4	42,4	42,4	42,4	42,4	42,4	42,4	42,4	42,4	42,4
Átlag	10,7	12,7	18,7	22,8	27,9	43,1	46,1	46,2	43,5	42,9	42,6	42,6	42,6	42,6
Norvégia	5,9	9,3	16,0	11,9	20,9	43,8	53,3	48,5	47,1	40,6	42,5	42,5	42,5	42,5
Új-Zéland	24,6	25,3	26,9	39,6	38,1	53,2	43,2	41,1	38,6	39,5	39,5	39,5	39,5	39,5
Svédország	18,2	13,3	11,0	8,7	12,3	32,8	42,4	42,4	42,4	42,4	42,4	42,4	42,4	42,4
Portugália	9,6	12,5	28,6	28,6	28,6	48,5	48,5	48,5	48,5	48,5	48,5	48,5	48,5	48,5
Japán	7,3	7,5	12,1	19,7	27,0	32,0	31,1	36,5	36,3	36,4	36,4	36,4	36,4	36,4
India	8,8	8,3	14,8	25,4	31,9	31,9	31,9	36,8	36,8	36,8	36,8	36,8	36,8	36,8
Brasília	13,8	13,8	13,8	25,0	48,9	43,1	39,2	33,4	34,0	34,0	34,0	34,0	34,0	34,0
Svédország	16,5	14,0	17,0	24,1	32,2	32,8	30,0	35,2	35,7	35,0	34,5	34,5	34,5	34,5
Ausztrália	18,3	16,5	19,3	14,8	21,2	34,1	35,5	36,8	35,2	34,1	34,1	34,1	34,1	34,1



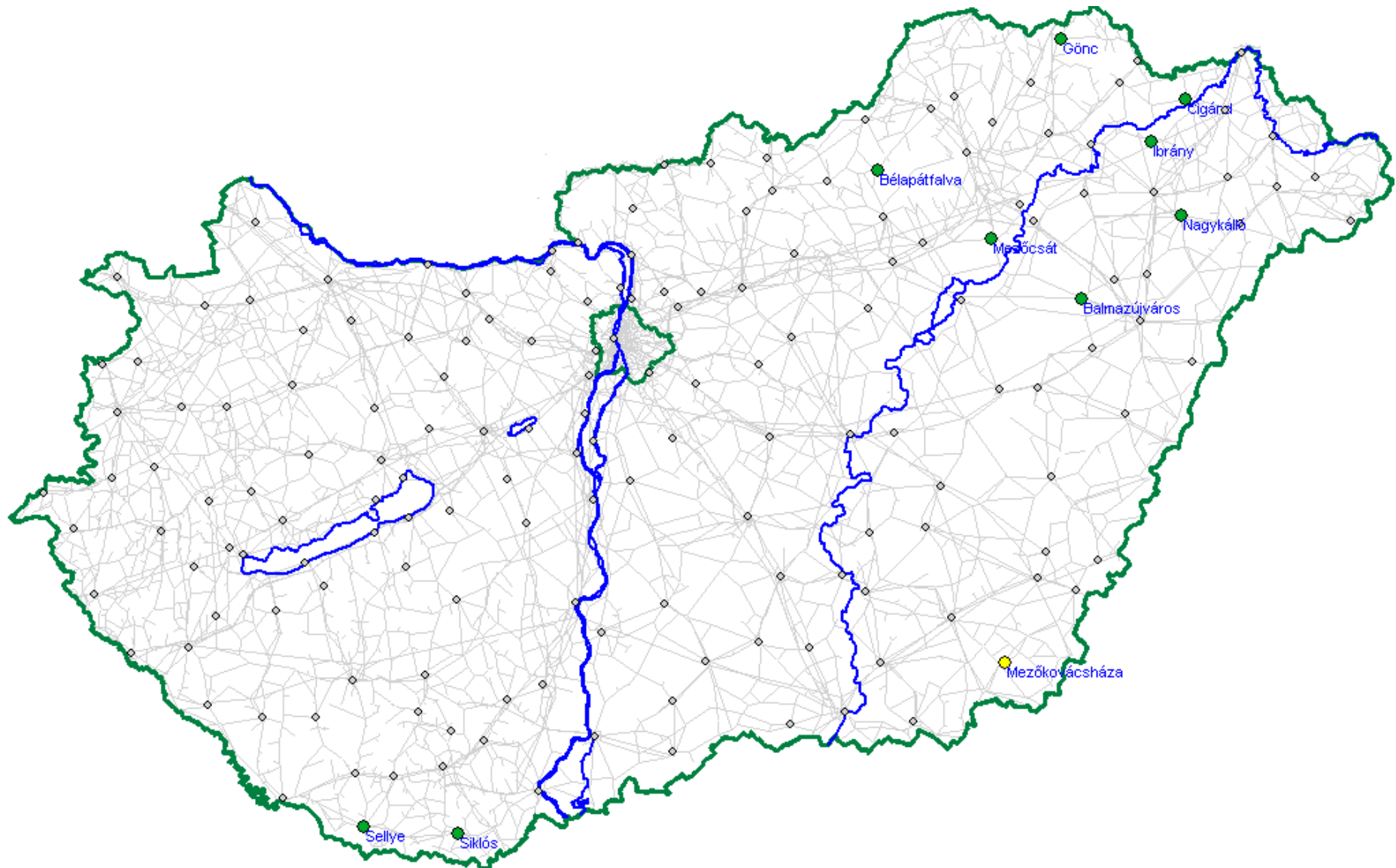
Elért csomópontok

Autópálya, nagyfeszültségű távvezeték első és másodrendű út nyomvonalak



El nem ért csomópontok

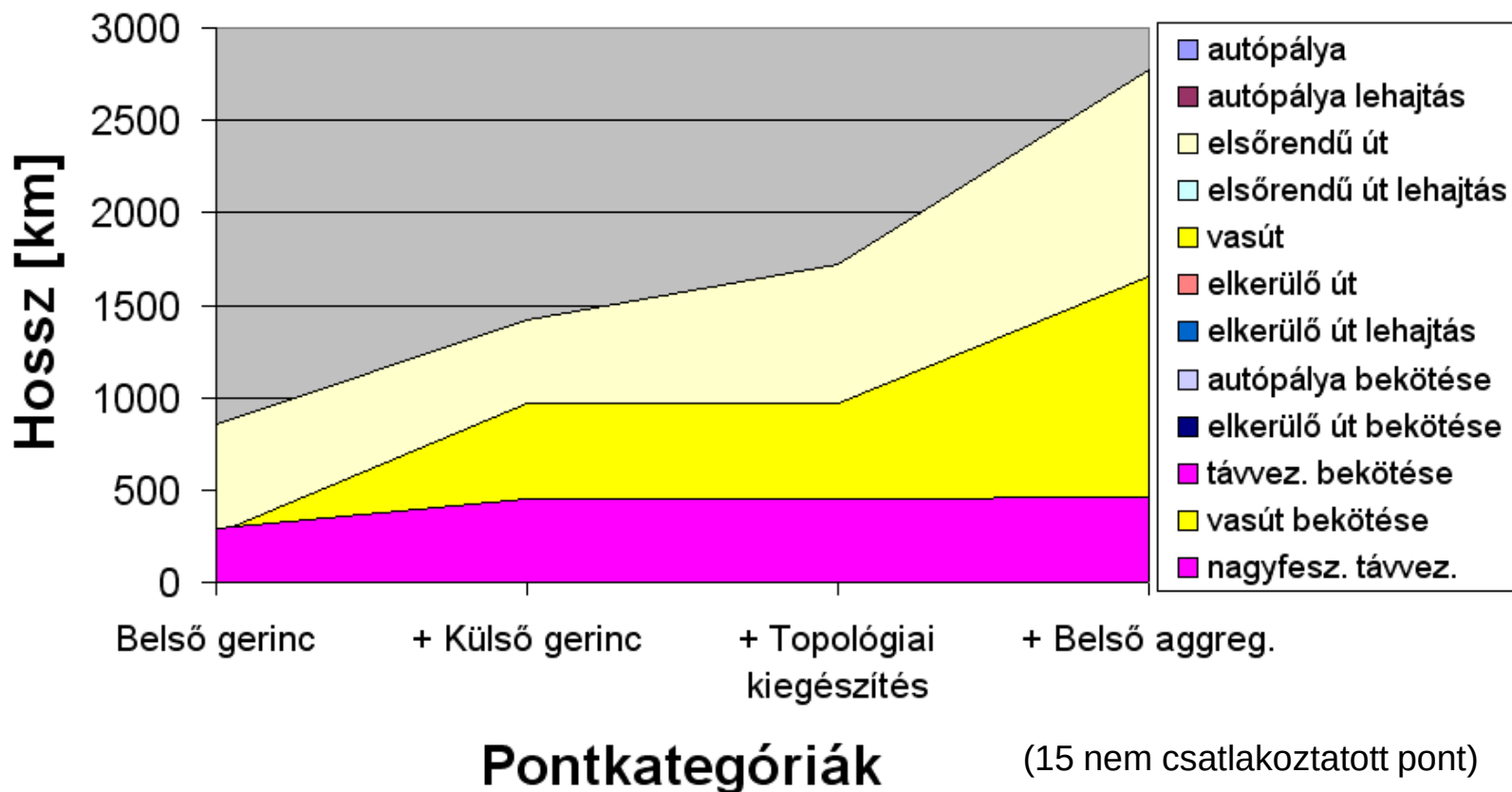
Autópálya, nagyfeszültségű távvezeték első és másodrendű út nyomvonalak



Csomópontok elérhetősége

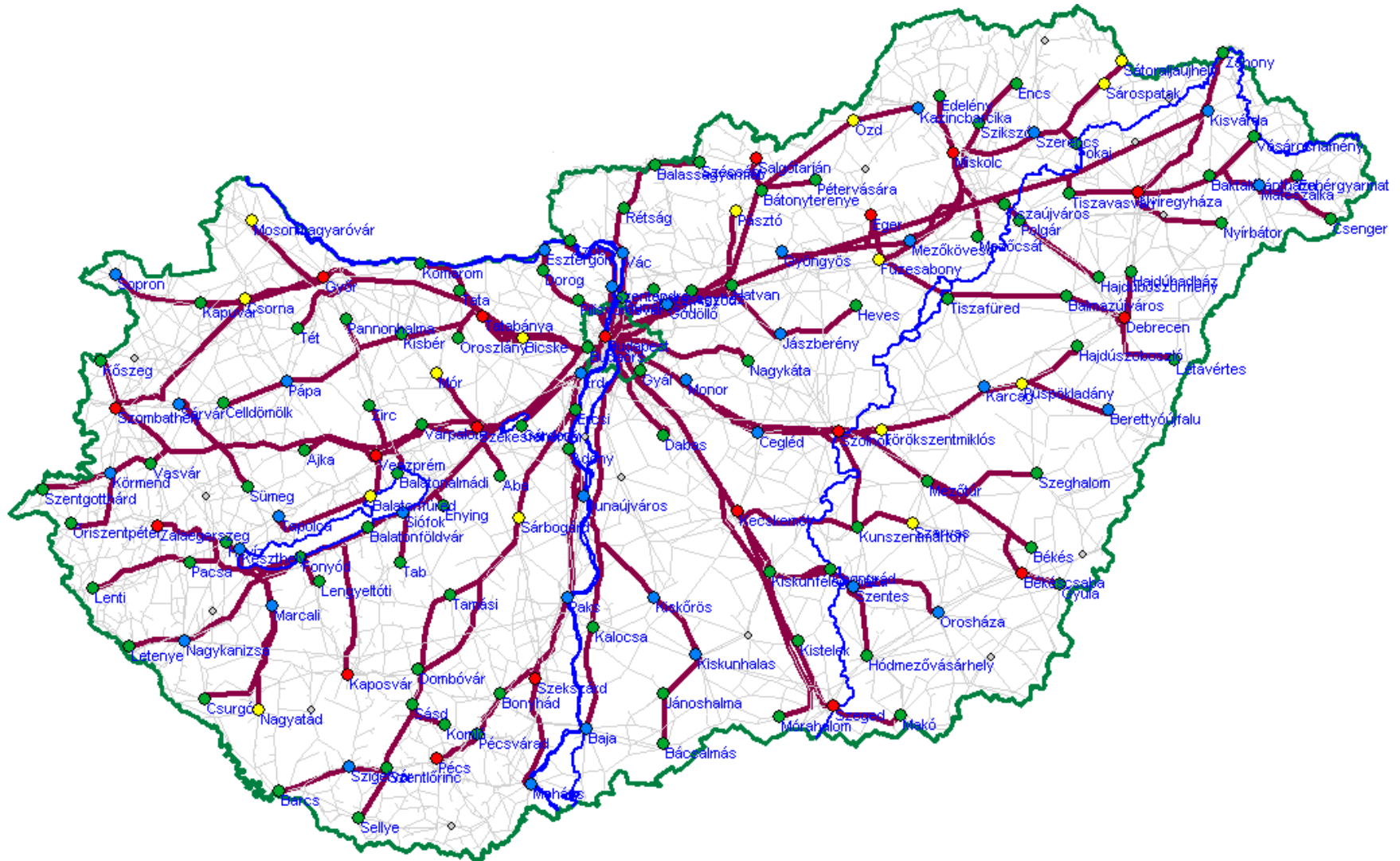
Autópálya, nagyfeszültségű távvezeték és vasút nyomvonalak

Kategóriánkénti csomópontok elérése Budapestről (fa)



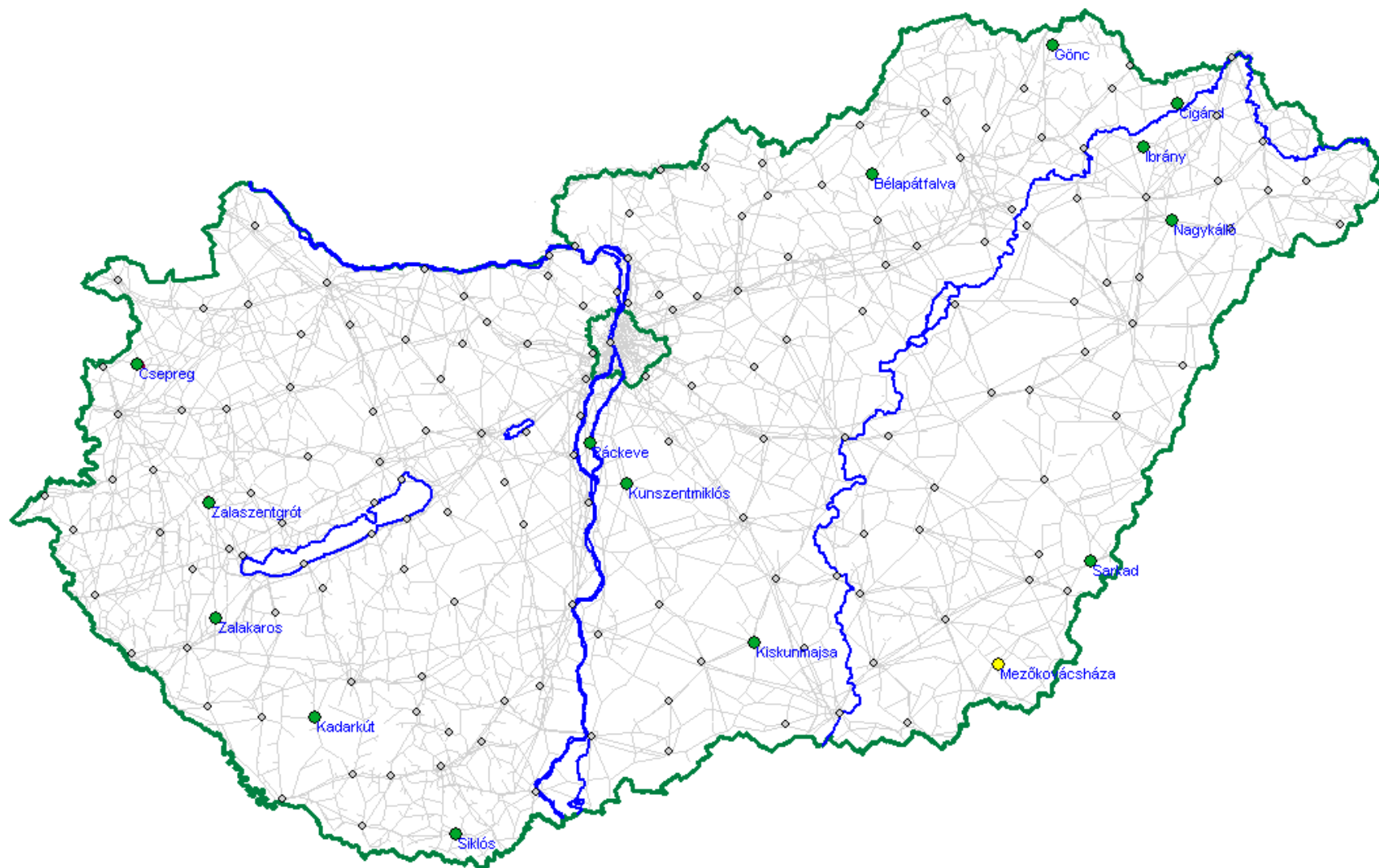
Elért csomópontok

Autópálya, nagyfeszültségű távvezeték és vasút nyomvonalak



El nem ért csomópontok

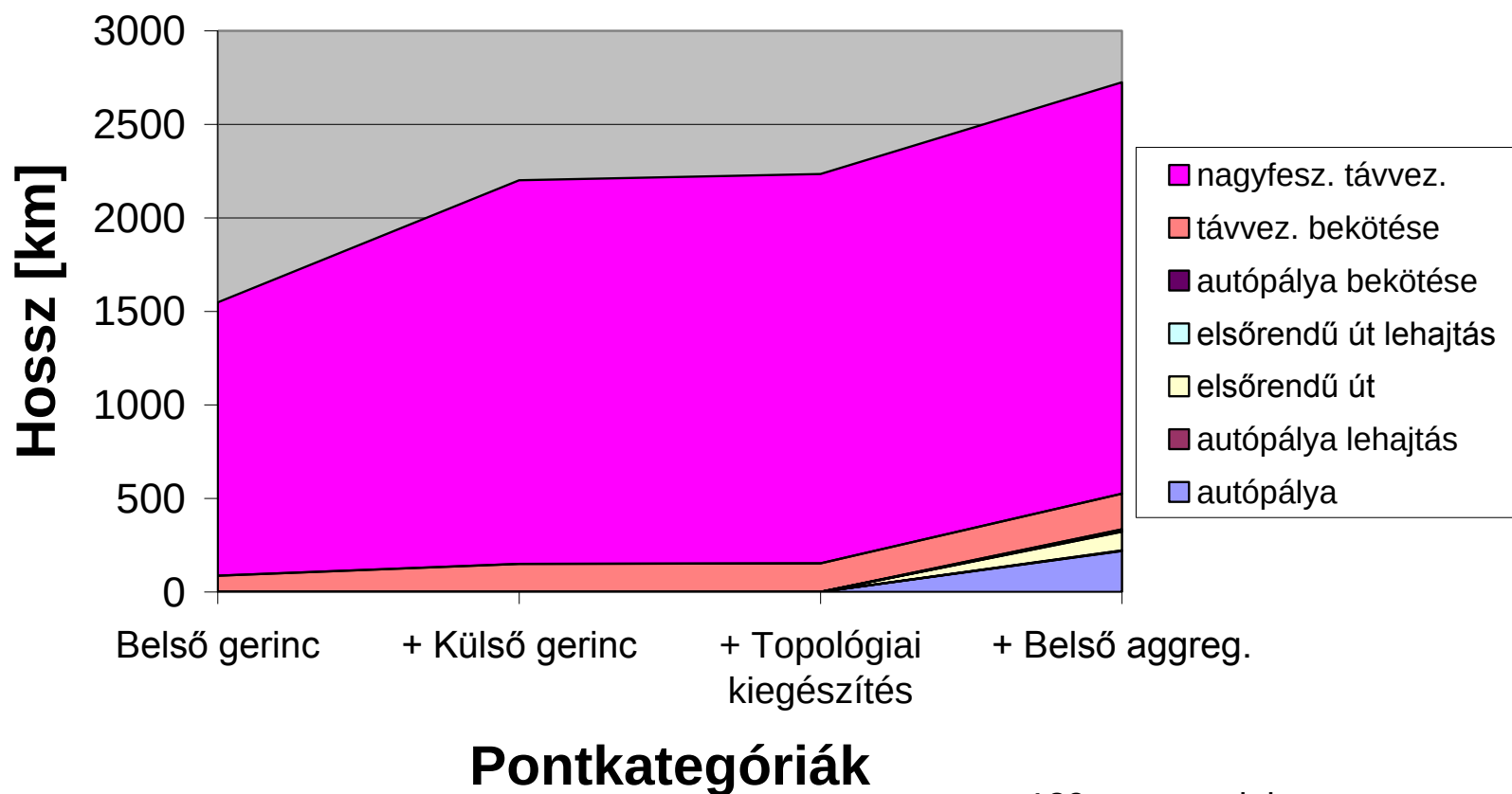
Autópálya, nagyfeszültségű távvezeték és vasút nyomvonalak



Csomópontok elérhetősége

Autópálya és nagyfeszültségű távvezeték nyomvonalak

Kategóriánkénti csomópontok elérése Budapestről (fa)

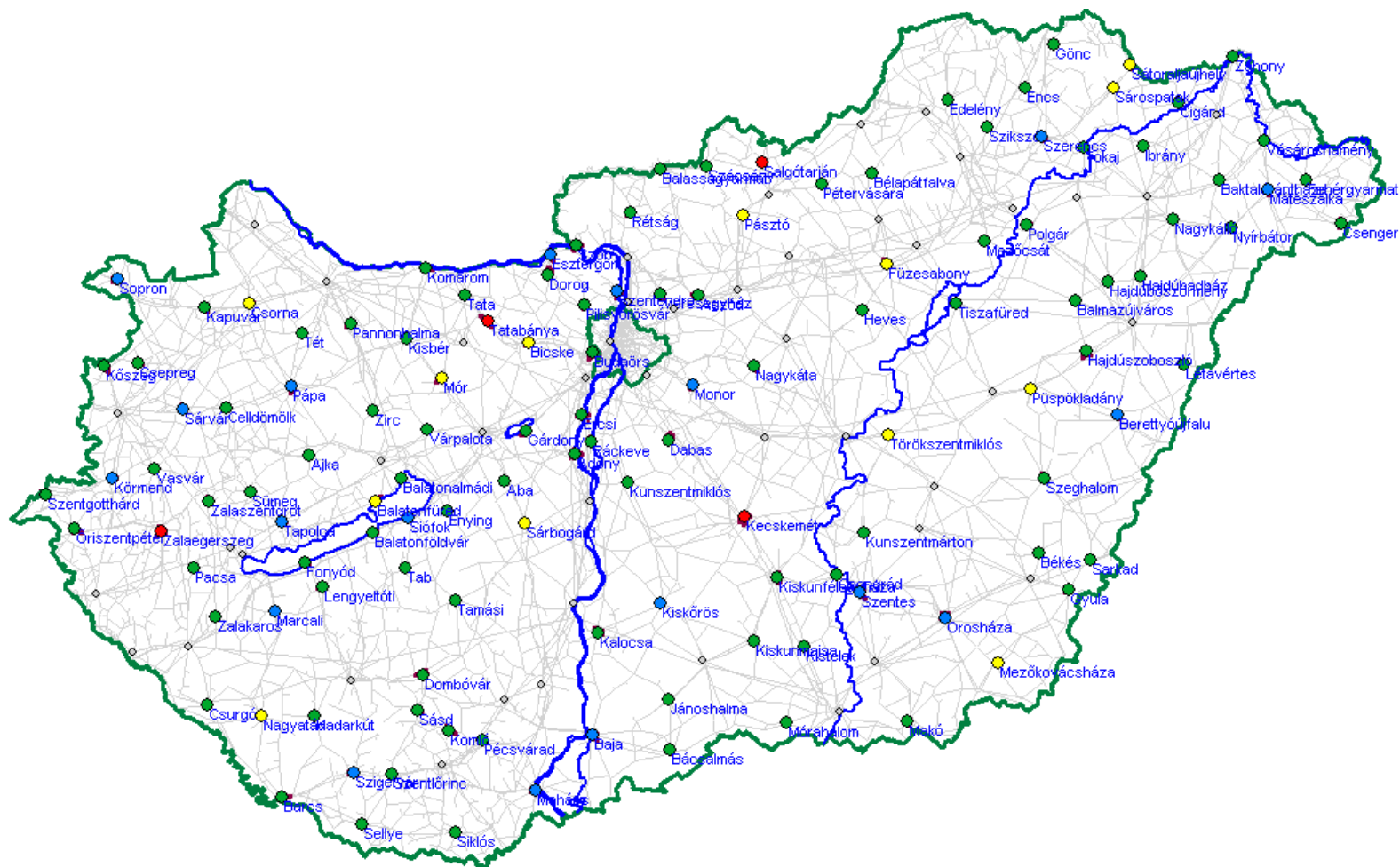


129 nem csatlakoztatott pont



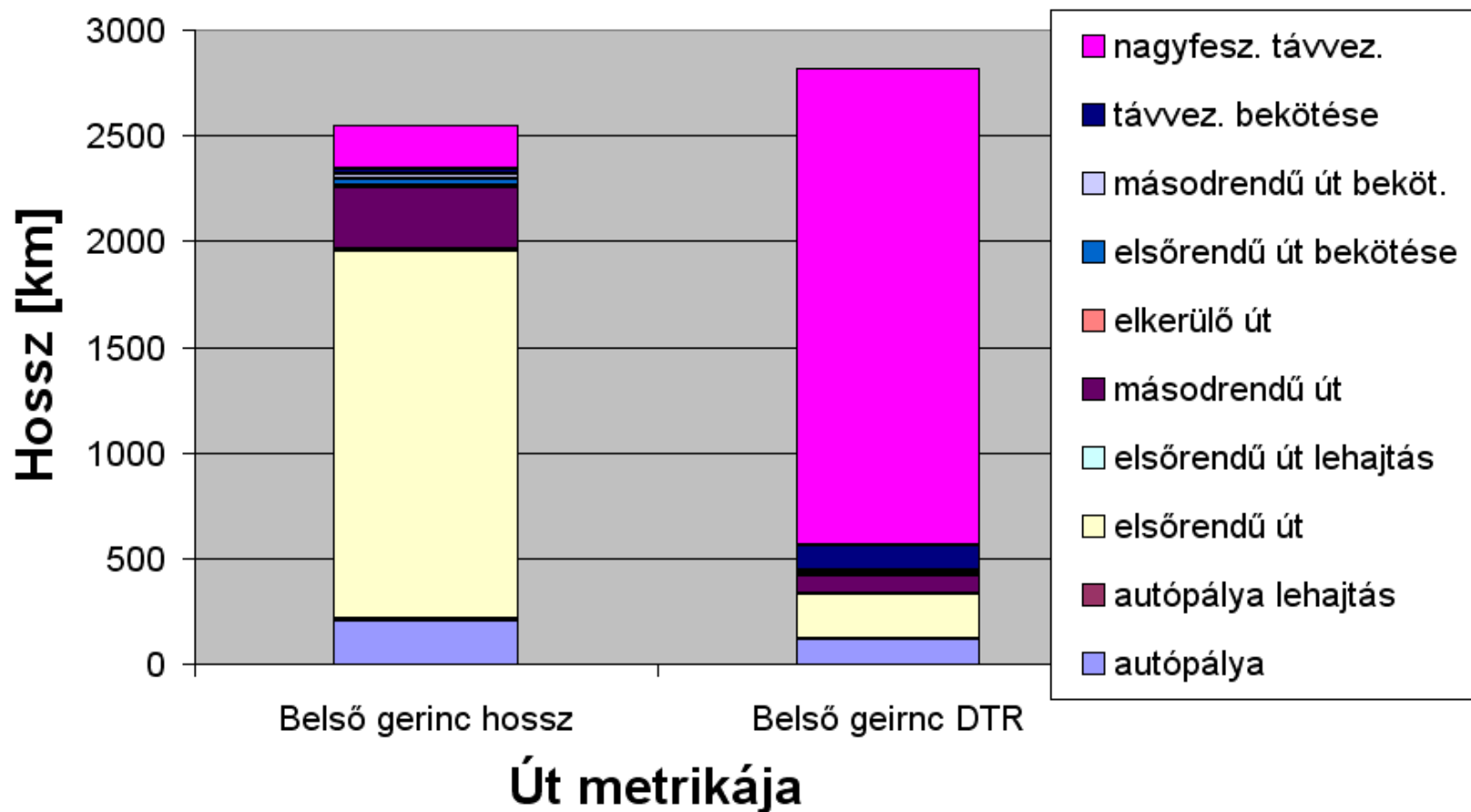
El nem ért csomópontok

Autópálya és nagyfeszültségű távvezeték nyomvonalak



Belső gerinchálózati pontok csatlakoztatása

Belső gerinchálózati csomópontok csatlakoztatása



Belső és külső gerinchálózati pontok csatlakoztatása

Belső és külső gerinchálózati csomópontok csatlakoztatása

