

Közlekedéstudományi Egyesület

41. ÚTÜGYI NAPOK

Balatonfüred, 2016. szeptember 21-22.

**EGYSZERŰSÍTETT ELJÁRÁS JELZŐS
KÖRÖK LÉTESÍTHETŐSÉGÉNEK
MEGÁLLAPÍTÁSÁRA**

dr. Maklári Jenő
szakági főmérnök
KÖZLEKEDÉS Kft.

EGYSZERŰSÍTETT ELJÁRÁS JELZŐS KÖRÖK LÉTESÍTHETŐSÉGÉNEK MEGÁLLAPÍTÁSÁRA

dr. Maklári Jenő

Közlekedés Kft.

- A körgeometriájú csomópontok rövid fejlődéstörténete
- A jelzőlámpás körforgalom (JK) megújulásának feltételei
- Mi teszi lehetővé kapacitási prognózis készítését
- Előzetes kapacitásellenőrzés
- Kapacitásellenőrzés méretezési diagramok alapján
- Számítási példa
- Forgalmi szimuláció. M0 autóút – 11. sz. főút

A KÖRGEOMETRIÁJÚ CSOMÓPONTOK RÖVID FEJLŐDÉSTÖRTÉNETE

Néhány fontosabb dátum:

- Párizs 1907 (Eugène Hénard)
- London 1925
- USA 1942

Probléma: kaotikussá vált forgalomlebonyolódás

Megoldás: Anglia 1966

- Franciaország 1983
az elsőbbségszabályozással együtt a geometria is megújul, így mindent egyesít ami egy csomóponttal szemben elvárt:
 - biztonság
 - kapacitás
 - szolgáltatási színvonal

A 2 sávós változat csalódást okoz Európa szerte

Megoldás: a turbókör. Fortuijn (Delft, TU): a hármas követelmény ismét teljesül

Probléma: - kilépő forgalom és a gyalogosok konfliktusa
- többsávós körpálya – többsávós belépés:
balesetveszély, várakozások

Megoldás: jelzőlámpás körforgalom (JK) megújulása

A JELZŐLÁMPÁS KÖRFORGALOM (JK) MEGÚJULÁSÁNAK FELTÉTELEI

Korábbi próbálkozások

- Anglia, Bradford, 1976
- Budapesti csomópontok (Marx tér, Kálvin tér, Nagyváradi tér stb.)
- Hannover 1995. R. Schnüll

A JK megújulása komplexebb, összetettebb folyamat, mint korábban a körforgalomé volt

A sikeresség feltétele:

- **megfelelő geometriai kialakítás** (biztonságos, kapacitív) a turbó kapcsán az elvek tisztázódtak (spirális sávvezetés, a sávok önállósága, a sáv váltás szükségtelensége stb.) a jelzőlámpa hatása a geometriai kialakításra (a szigorú turbós szerkesztési alapkövetelmények szükségtelessé válnak, ami a helyigény jelentős csökkenéséhez vezet.) saját geometriai formanyelv kialakítása
- **megfelelő technikai színvonalú jelzőberendezés** – ennek hiánya is hozzájárult a kezdeti sikertelenségekhez
- **megfelelő irányítási stratégia, programszámítási módszer**
- tervezési segédletek, útmutatók

Ahhoz, hogy **teljesértékű, önálló csomóponttípusként** tudjuk kezelni **mindhárom feltételnek biztosítottak kell lennie.**

Anglia már kiadta a JK önálló tervezési irányelvét – forgalmi méretezési eljárás nélkül.

A JK megújulása – ami világszerte folyamatban van – hosszabb időt vesz igénybe, mint körgeometriás társaié.

A működésével, előnyeivel stb. kapcsolatos ismeretek csak igen szerényen terjednek, nem csoda a létesítésével kapcsolatosan tapasztalható bizonytalanság és bátortalanság.

Jelen előadás is ezen bizonytalanság csökkenéséhez kíván hozzájárulni.

MI TESZI LEHETŐVÉ KAPACITÁSI PROGNÓZIS KÉSZÍTÉSÉT

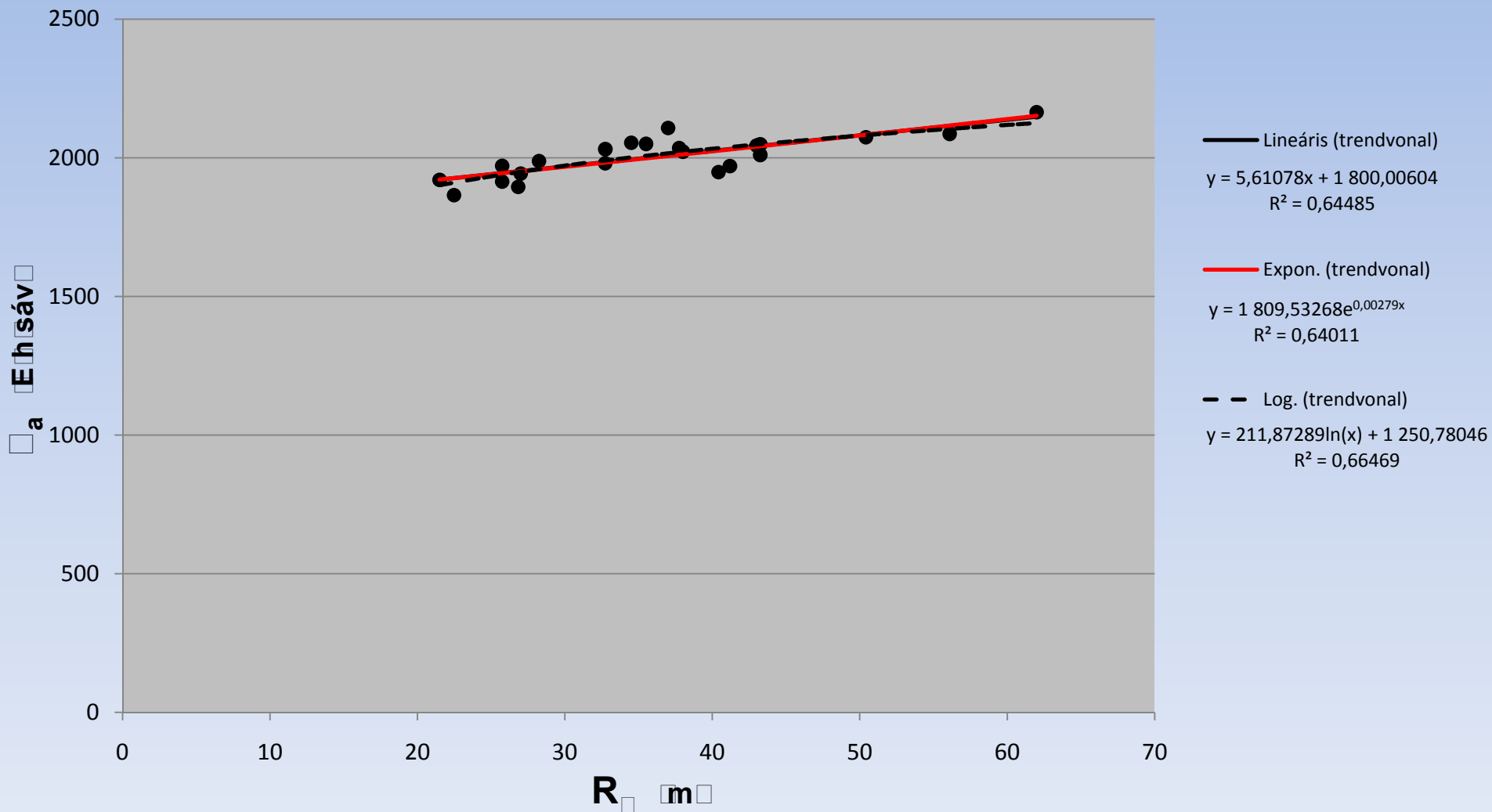
egy olyan csomópontnál, melynél

- a programszámítás sokkal bonyolultabb mint egy keresztezésekkel álló összehangolásnál,
- amely a terhelési arányok változására – szemben a kereszteződéses típusú csomóponttal – igen érzékeny, és
- amelynél a torkolati terhelések sorrendje is jelentősen befolyásolja a kapacitást?

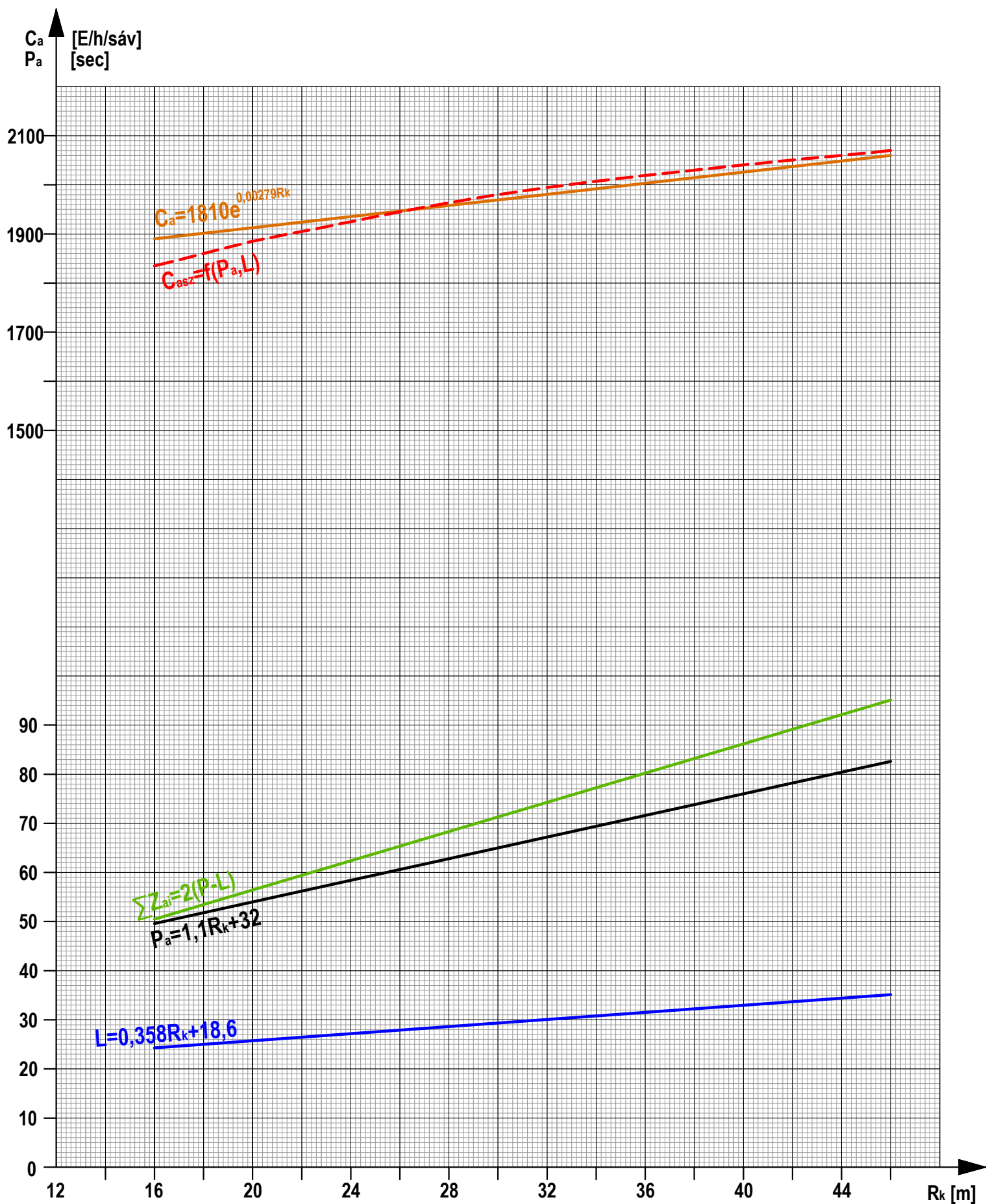
...ÉS AMI RÉVÉN MÉGIS LEHETSÉGES:

- a geometriai kialakítás egyetlen adattal, a **körpálya külső sugarával R_k** megfelelően definiálható,
- a JK legfontosabb teljesítőképességi jellemzője, az **alaprogram kapacitása (C_n)** kizárólag a geometriai kialakítás, - ezen belül pedig - az **R_k függvénye**
- az **R_k és a C_n között** - nagyszámú csomópont adatai alapján - **szoros tapasztalati összefüggés** áll fenn, melyet
- a torkolatok térbeli elrendezési alternatívái nem befolyásolják C_n értékét,
- a tetszőleges terhelésbeli arányok figyelembevehetősége pedig a programszámítási összefüggésrendszer ismerete alapján lehetséges

Az alapkapacitás alakulása a körpálya (külső) sugarának függvényében Négyágú csomópontok



Négyágú jelzőlámpás körforgalmak alapprogram paramétereinek regressziós függvényei



ELŐZETES KAPACITÁSELLENŐRZÉS

Négyágú csomópontok

Kiindulási adatok

- a geometriai kialakítással kapcsolatos adatok
- a forgalmi terheléssel kapcsolatos adatok (F_i)

A geometriával kapcsolatos adatok

- a kialakítható körpálya külső sugara (R_k)
- a belépő torkolatok száma
- a torkolatok (be- és kilépő) sávszáma

Mindezek alapján számítható

- a csomópont (becsült) alapkcapacitása

$$C_n = 1810 \cdot e^{0,00279 R_k} \quad [\text{E/h/sáv}]$$

- a nem egyenletes torkolati terheléeloszlás miatti kapacitáscsökkenés figyelembe vétele

$$C = k \cdot C_n \quad [\text{E/h/sáv}]$$

ahol

C – a torkolatok között szétosztható
csomóponti összkapacitás

k – az egyenetlen terheléeloszlás miatt
alkalmazandó csökkentő tényező.

Értéke a forgalmi terhelések arányától függ:

Terhelési arány	1-szeres	1,5-szeres	2-szeres	2,5-szeres	3-szoros	4-szeres	5-szörös	6-szoros
k	1,0	0,95	0,92	0,89	0,87	0,84	0,82	0,81

- a torkolatonkénti alapkapa­citás

$$C_i = \frac{k \cdot C_n}{4} \quad [\text{E/h/sáv}]$$

ahol

C_i – az i-dik ág alapkapa­cítása

A csomópont teljesítőképessé­g­beli megfele­lő­sé­gének általános feltétele

$$k \cdot C_n \geq \Sigma F_i$$

ahol

F_i – az egyes ágak mértékadó sávterhelése

Ez a minősítés csak előzetes globális ellenőrzésként alkalmazható. Megbízhatóbb eredményeket a **méretezési diagramok** adnak

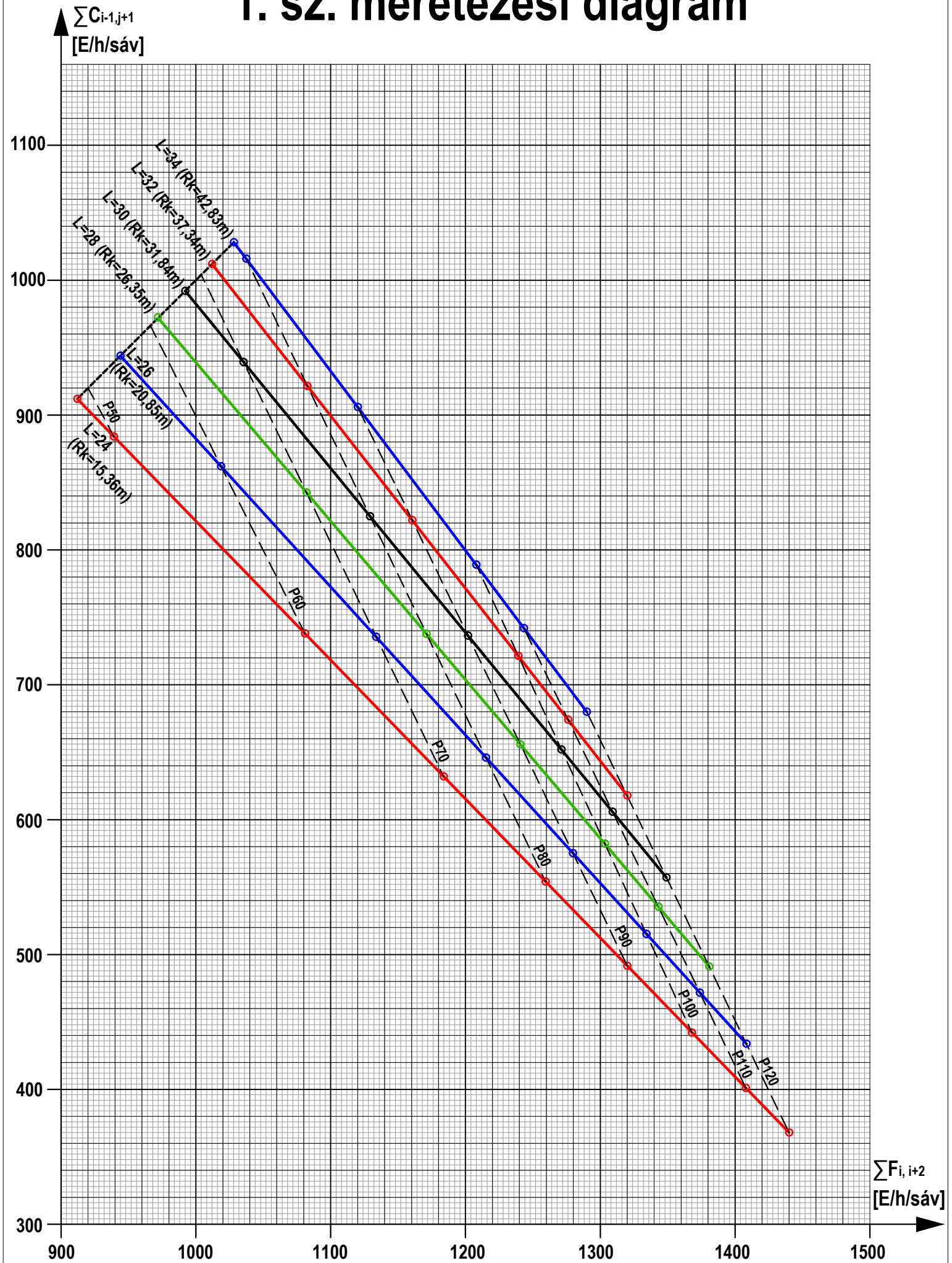
KAPACITÁSELLENŐRZÉS

MÉRETEZÉSI DIAGRAMOK ALAPJÁN

Az alkalmazandó méretezési diagram kiválasztása a terhelési szituáció alapján végzendő, melynek lépéseit az alábbi táblázat foglalja össze.

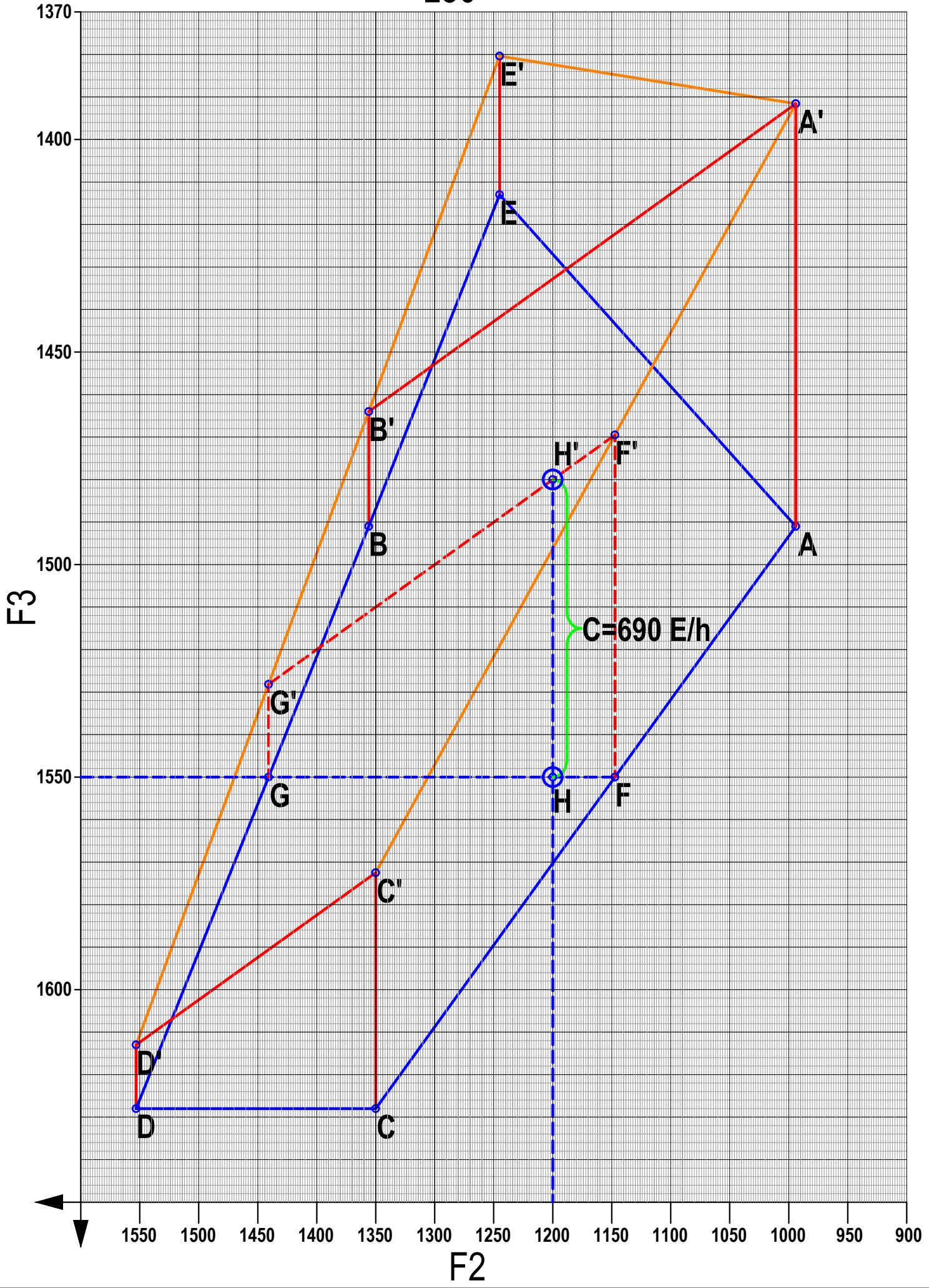
A C_i és az F_i viszonya az egyes ágaknál	megjegyzés	teendő, alkalmazandó diagram
minden ágon $C_i \geq F_i$	az igények az alapprogrammal kielégíthetők	-
egy, illetve két szembenlévő ágon $C_i < F_i$	két szembenlévő torkolatnál túllépés	1.sz. méretezési diagram
két szomszédos ágon $C_i < F_i$	két szomszédos torkolatnál túllépés	2.sz. méretezési diagram
három ágon $C_i < F_i$	három ágon túllépés	3.sz. méretezési diagram
mind a négy ágon $C_i < F_i$	mind a 4 ágon túllépés, a forgalom nem bonyolítható le	a geometriai kialakítás módosítandó

1. sz. méretezési diagram

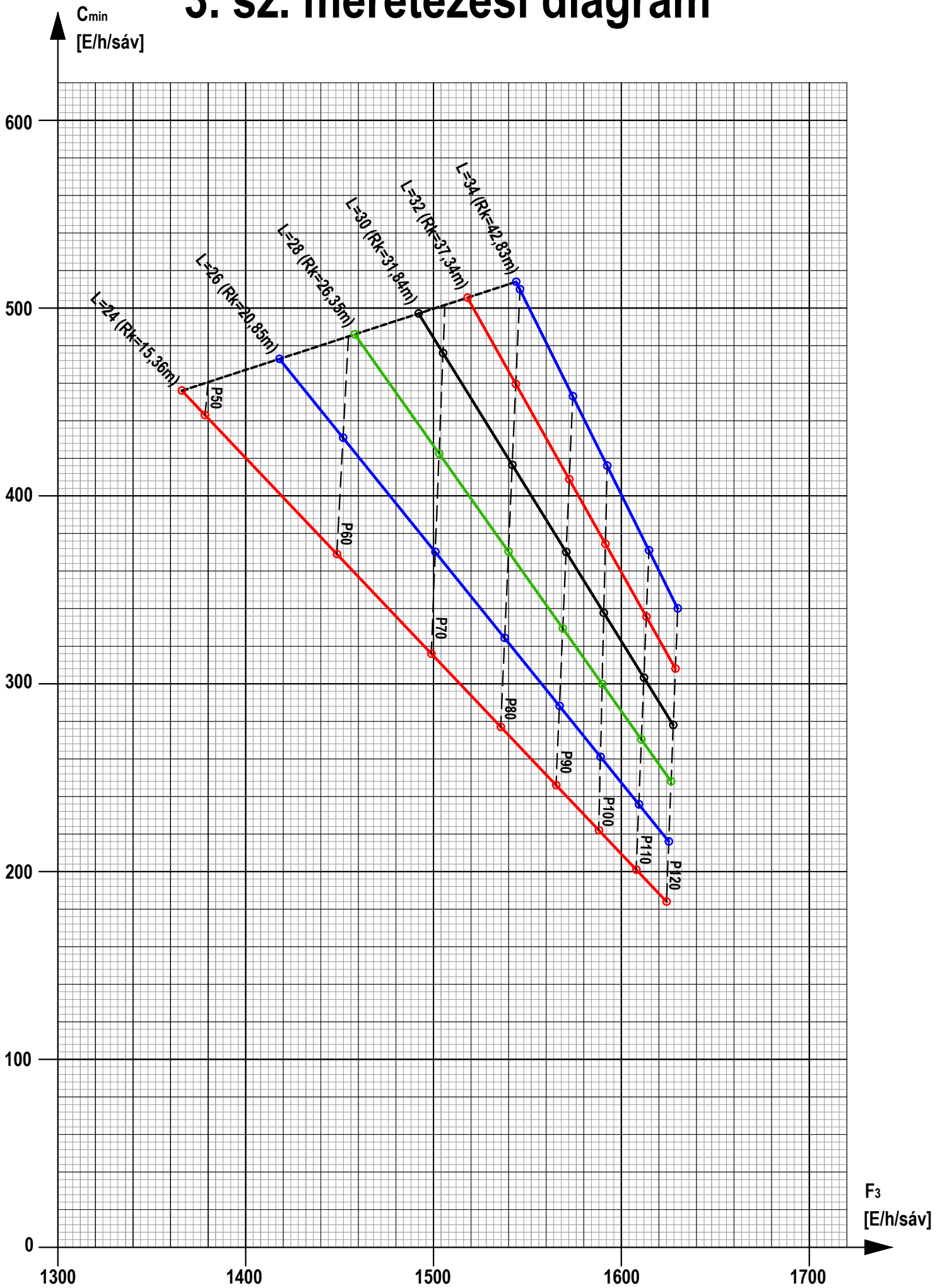


2. sz. méretezési diagram

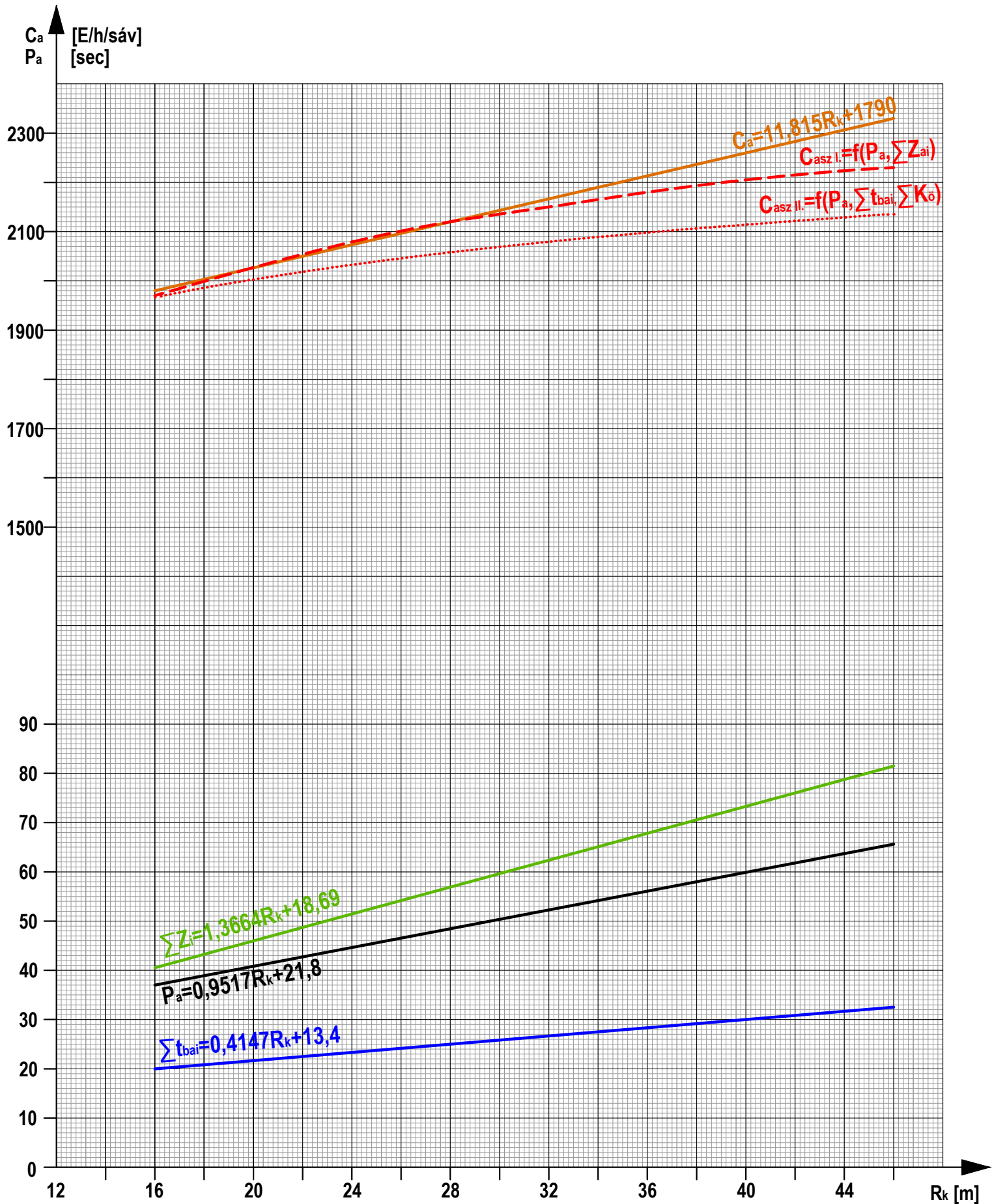
L30



3. sz. méretezési diagram



Háromágú jelzőlámpás körforgalmak alapprogram paramétereinek regressziós függvényei



ELŐZETES KAPACITÁSELLENŐRZÉS

Háromágú csomópontok

A (kialakítható) körpálya külső sugarának (R_k) függvényében számítható

- a csomópont (becsült) alapkcapacitása a

$$C_n = 1790 + 11,815 R_k \text{ vagy a}$$

$$C_n = 1807 \cdot e^{0,0057R_k} \text{ kifejezéssel}$$

- a torkolatonkénti alapkcapacitás

$$C_{ni} = \frac{C_n}{3}$$

A csomópont teljesítőképességbeli megfelelőségének általános feltétele

$$C_n \geq \Sigma F_i$$

Csak előzetes, globális ellenőrzésként alkalmazandó.

Megbízhatóbb eredményeket a **méretezési diagramok** adnak.

KAPACITÁSELLENŐRZÉS

MÉRETEZÉSI DIAGRAMOK ALAPJÁN

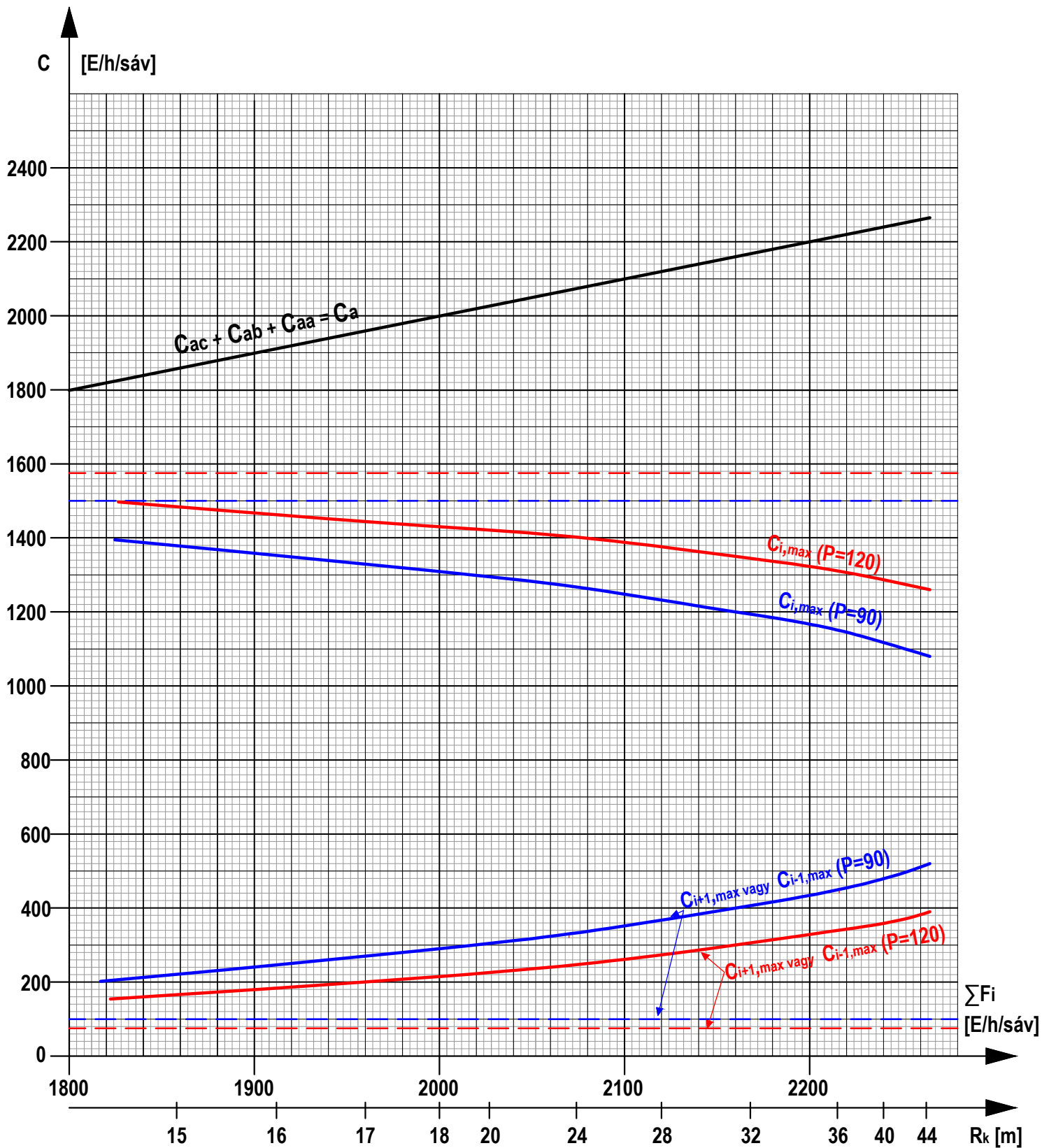
(Háromágú csomópontok)

Az alkalmazandó méretezési diagram kiválasztása a terhelési szituáció alapján végzendő:

A C_i és az F_i viszonya az egyes ágaknál	megjegyzés	teendő, alkalmazandó diagram
minden ágon $C_i \geq F_i$	az igények az alapprogrammal kielégíthetők	-
egy ágon $C_i < F_i$ (két ágon $C_i \geq F_i$)	egy ágon túllépés	4.sz. méretezési diagram
két ágon $C_i < F_i$ (egy ágon $C_i \geq F_i$)	két ágon túllépés	5.sz. méretezési diagram
mind a három ágon $C_i < F_i$	minden ágon túllépés, a forgalom nem bonyolítható le	a geometriai kialakítás módosítandó

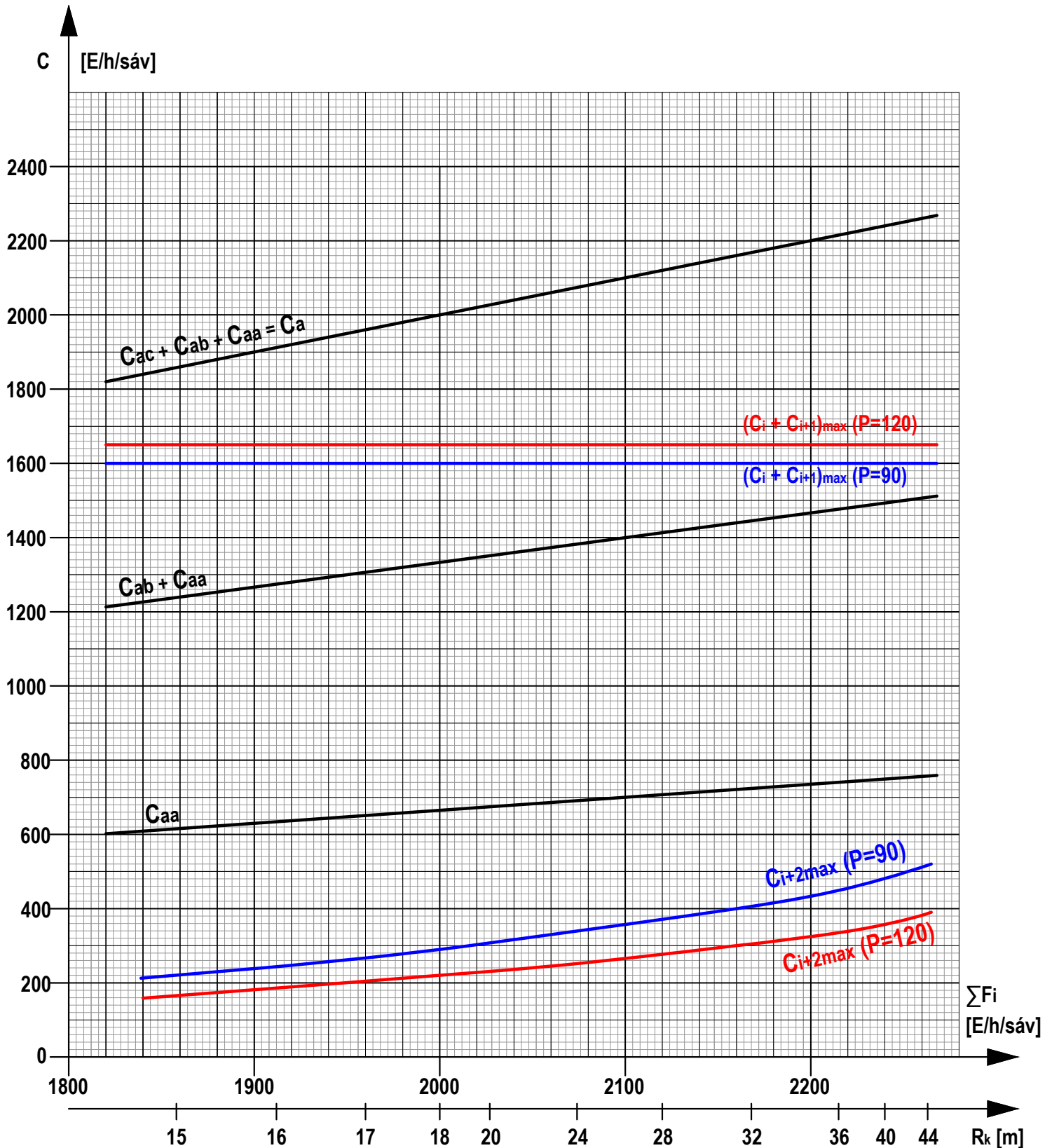
4. sz. méretezési diagram

A teljesítőképesség alakulása egy ág kapacitása alapértékét meghaladó forgalom esetén

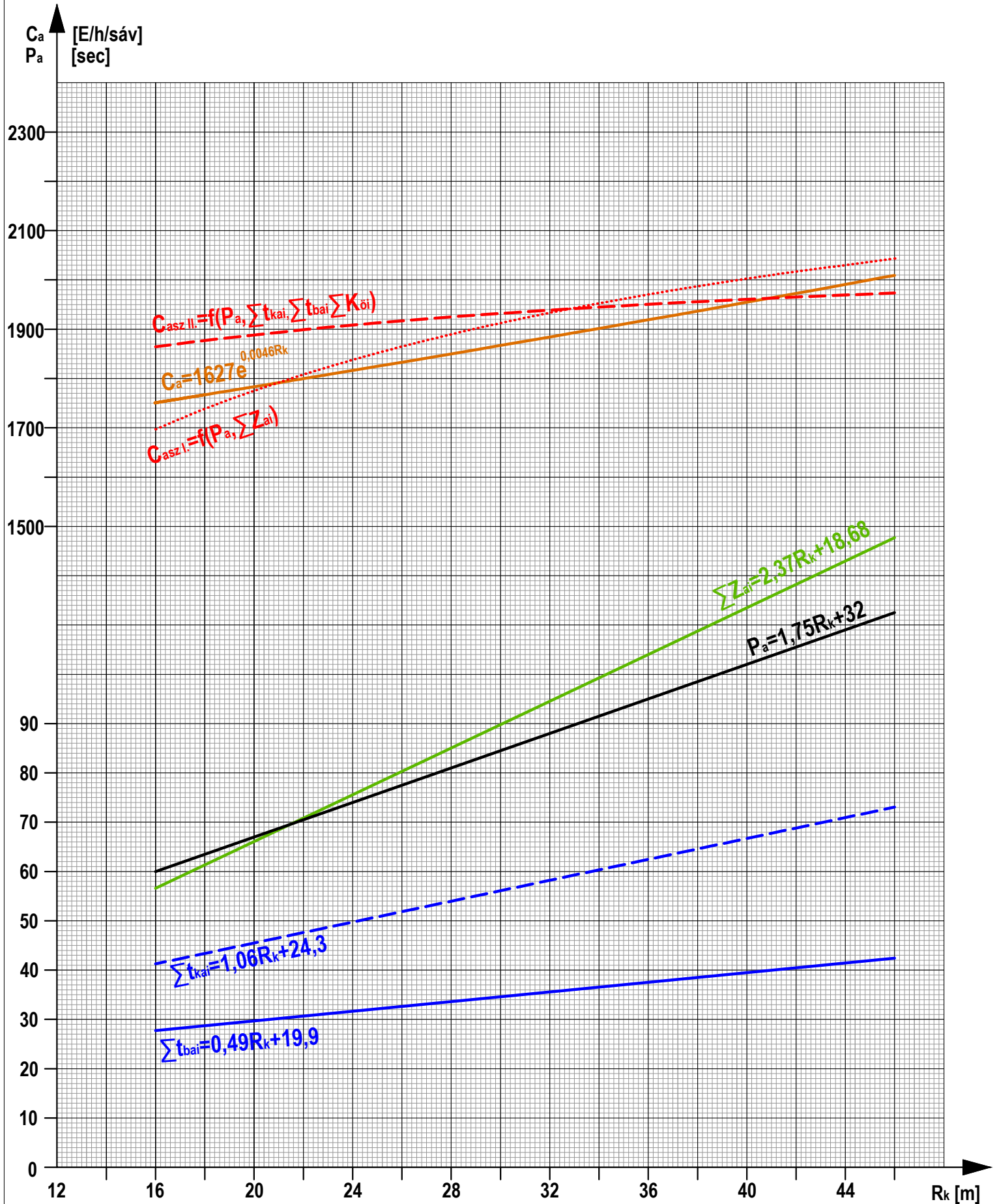


5. sz. méretezési diagram

A teljesítőképesség alakulása két ág kapacitása alapértékét meghaladó forgalom esetén



Ötágú jelzőlámpás körforgalmak alapprogram paramétereinek regressziós függvényei



ELŐZETES KAPACITÁSELLENŐRZÉS

Ötágú csomópontok

A kialakítható körpálya külső sugarának (R_k) függvényében számítható

- a csomópont (becsült) alapkapacitása a

$$C_n = 1627 \cdot e^{0,0046R_k} \text{ kifejezés alapján}$$

- a nem egyenletes torkolati terheléeloszlás miatti kapacitáscsökkenés

$$C = k \cdot C_n$$

- a torkolatonkénti alapkapacitás

$$C_i = \frac{k \cdot C_n}{5}$$

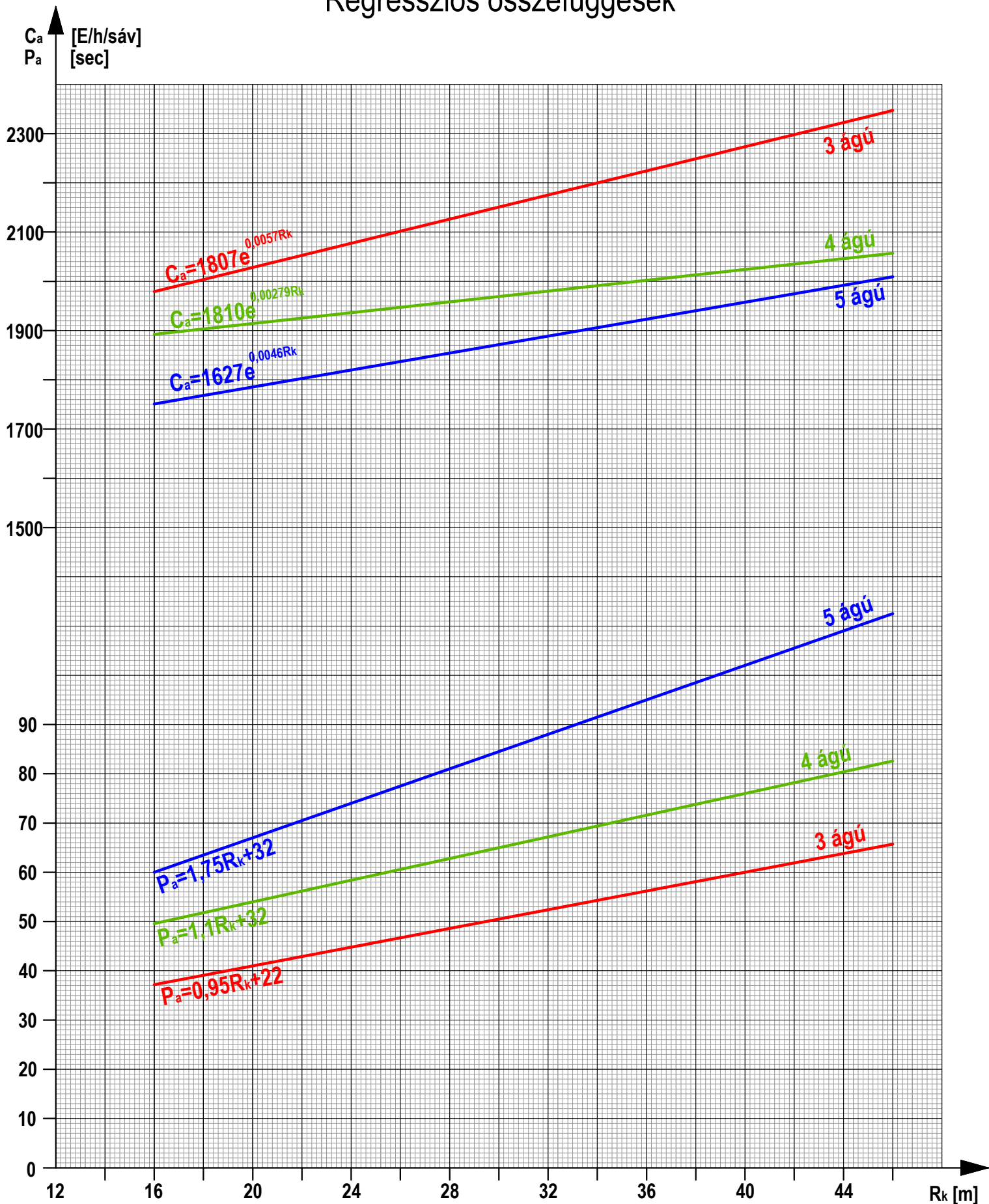
A csomópont teljesítőképességbeli megfelelőségének általános feltétele

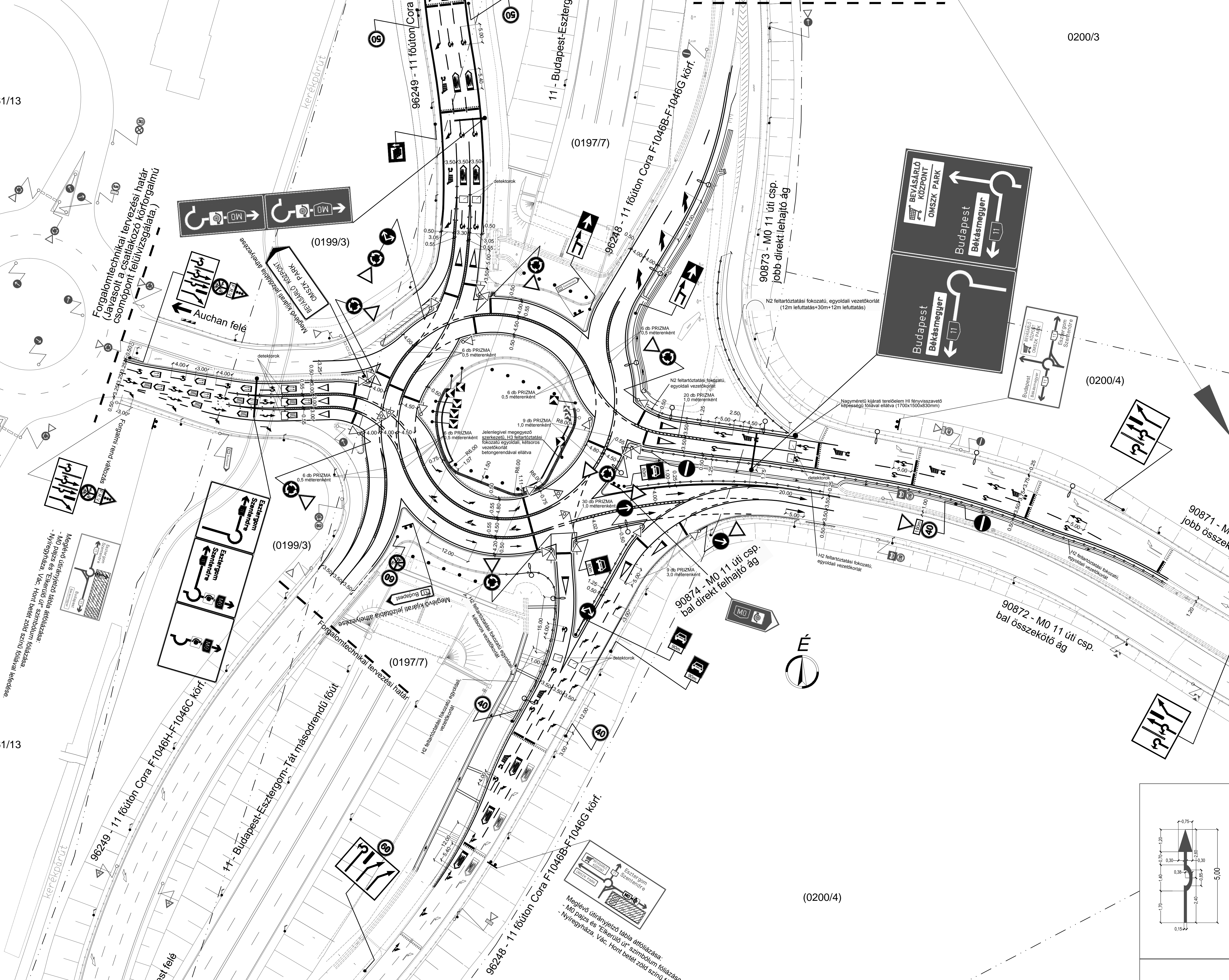
$$k \cdot C_n \geq \Sigma F_i$$

Csak előzetes, globális ellenőrzésként alkalmazandó.

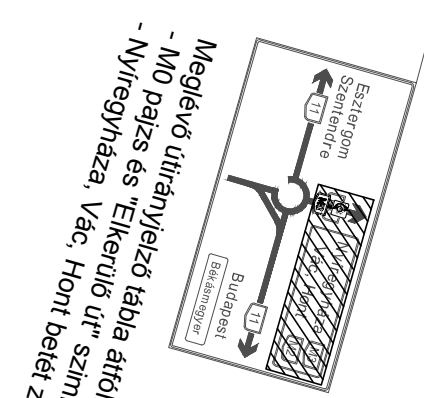
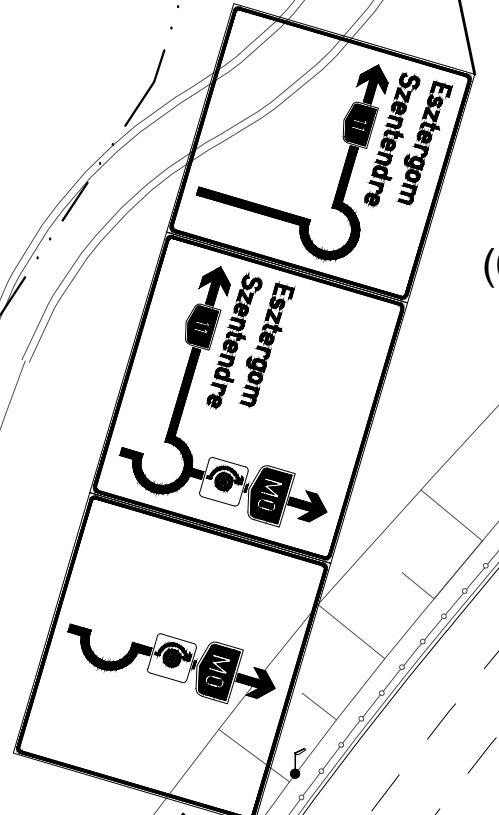
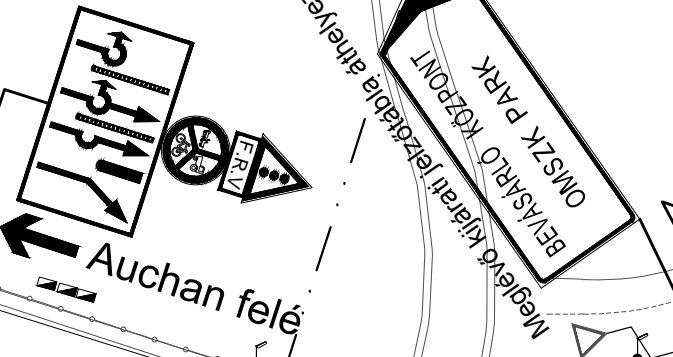
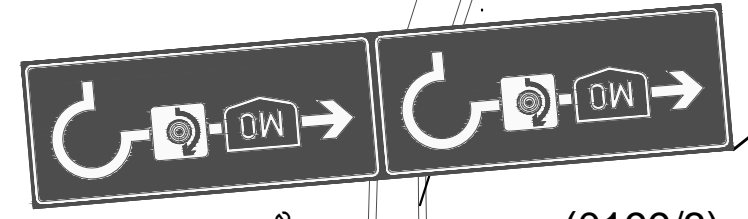
A három- négy- és ötágú jelzőlámpás körforgalmak alapprogram paramétereinek alakulása a külső sugár (R_k) függvényében

Regressziós összefüggések

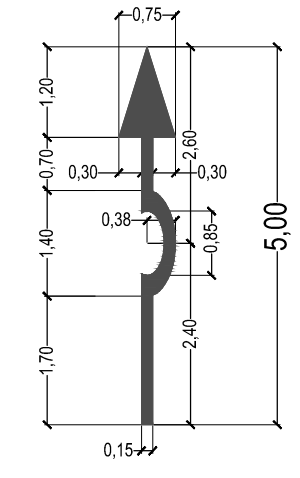




Forgalomtechnikai tervezési határ
(Javasolt a csatlakozó körforgalmú csomópont felülvizsgálata.)



Működő járművel való átfóliázása:
- Működő jármű és 'Ekerülő út' szimbólum fóliázása
- Nyíregyháza, Vác, Hont betét zöld színű fóliával lefedése.



90871 - M11
jobb összekötő ág

90872 - M0 11 úti csp.
bal összekötő ág

90874 - M0 11 úti csp.
bal direkt felhajtó ág

90873 - M0 11 úti csp.
jobb direkt lehajtó ág

N2 feltartóztatási fokozatú, egyoldali vezetőkörlet
(12m lefuttatás+30m+12m lefuttatás)

Nagyméretű kijárati terelelem H1 fenyvízszelvény
képességei fölüléval ellátva (1700x1500x830mm)

H2 feltartóztatási fokozatú,
egyoldali vezetőkörlet

H2 feltartóztatási fokozatú,
egyoldali vezetőkörlet

H2 feltartóztatási fokozatú, egyoldali
vezetőkörlet

Működő járművel való átfóliázása:
- Működő jármű és 'Ekerülő út' szimbólum fóliázása
- Nyíregyháza, Vác, Hont betét zöld színű fóliával lefedése.

(0200/4)

(0199/3)

(0199/3)

(0197/7)

(0197/7)

(0200/4)

kerékpárút

kerékpárút

96249 - 11 főúton Cora

11 - Budapest-Esztergom

96248 - 11 főúton Cora F1046B-F1046G körf.

96249 - 11 főúton Cora F1046H-F1046C körf.

11 - Budapest-Esztergom - T-át másodrendű főút

96248 - 11 főúton Cora F1046B-F1046G körf.

est felé

Auchan felé

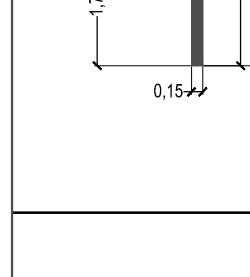
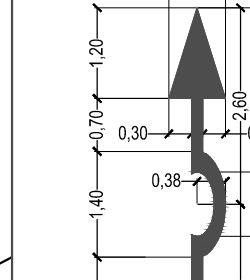
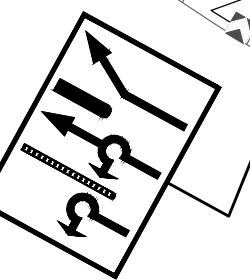
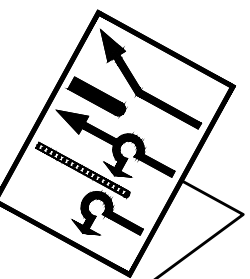
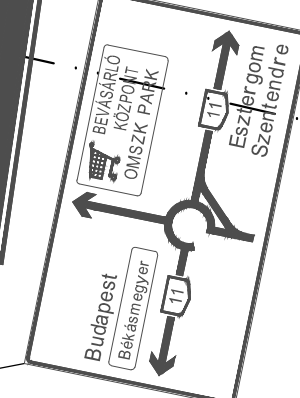
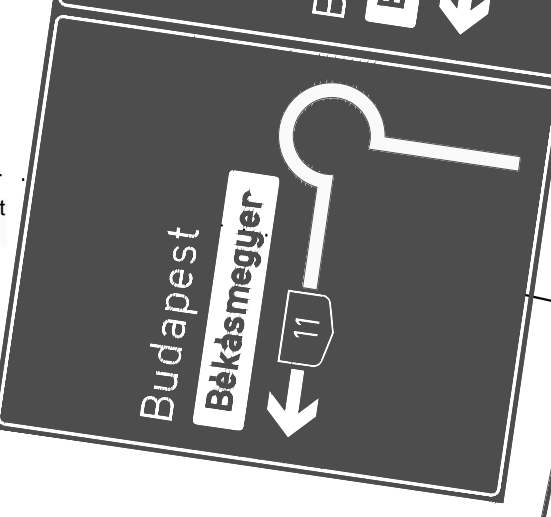
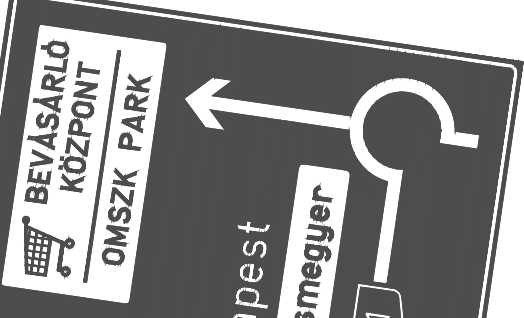
Meglévő járművel való átfóliázása

Meglévő járművel való átfóliázása

Meglévő járművel való átfóliázása

Meglévő járművel való átfóliázása

Meglévő járművel való átfóliázása



SZÁMÍTÁSI PÉLDA

Az M0 autóút – 11. sz. főút körforgalmú csomópontja

A létesülő körpálya külső sugara

$$R_k = 34 \text{ m}$$

Az ennek alapján számítható (becsült) paraméterek és azok tényleges értékei:

Számított (becsült) paraméterek		Tényleges paraméterek
R_k	34 m	
C_n	$1810 \cdot e^{0,00279R_k} = 1990$	2009
P_n	$1,1 \cdot 34 + 32 = 69,4$	69
L	$0,358 \cdot 34 + 18,6 = 30,8$	$L_{ac} = 29; L_{bd} = 32$
ΣZ_n	$2(69,4 - 30,8) = 77,2$	77
C_{sz}	$\frac{77,2 \cdot 1800}{69,4} = 2002$	2009

ELLENŐRZÉS MÉRETEZÉSI DIAGRAMOK ALAPJÁN

A torkolati teljesítőképességek megfelelőségének ellenőrzése

A csomóponti ág			Torkolati sávterhelés* (E/h/sáv)		Torkolati sávkapacitás (E/h/sáv)	$C_i > < F_i$
jele	Neve	sávszáma*	délelőtt	délután		
A	Szentendrei út északi ág	2	620	500	498	$C_a < F_a$
B	M0 (Duna) felől	2	650	600	498	$C_b < F_b$
C	Szentendrei út déli ág	1	200	450	498	$C_c > F_c$
D	Auchan felől	3	130	180	498	$C_d > F_d$
Összesen			1600	1730	1992	

* csak a körpályára belépő

Megállapítható, hogy mind a délelőtti, mind pedig a délutáni terhelési esetben **két szomszédos ágnál (A és B) jelentkezik túllépés**, ezért mindkét időszakban a **2. sz. méretezési diagram** használandó.

$L = 30,8$ ezért az $L = 30$ és $L = 32$ diagramok értékei közötti interpolálás útján határozhatók meg a keresett C_2 értékek.

Délelőtti adatok

$$F_2 = 620 + 650 = 1270 \text{ (a szomszédos túllépők összege)}$$

$$F_3 = 1270 + 200 = 1470 \text{ (a három legnagyobb terhelés összege)}$$

A két 2. sz. diagram alapján a keresett értékek:

$$C_{2(30)} = 400$$

$$C_{2(32)} = 420$$

Interpolálás után a végeredmény:

$$C_{2(30,8)} = 408 > F_c + F_d = 330$$

Tehát a csomópont a délelőtti terhelésre megfelel.

Délutáni terhelés:

$$F_2 = 500 + 600 = 1100$$

$$F_3 = 1100 + 450 = 1550$$

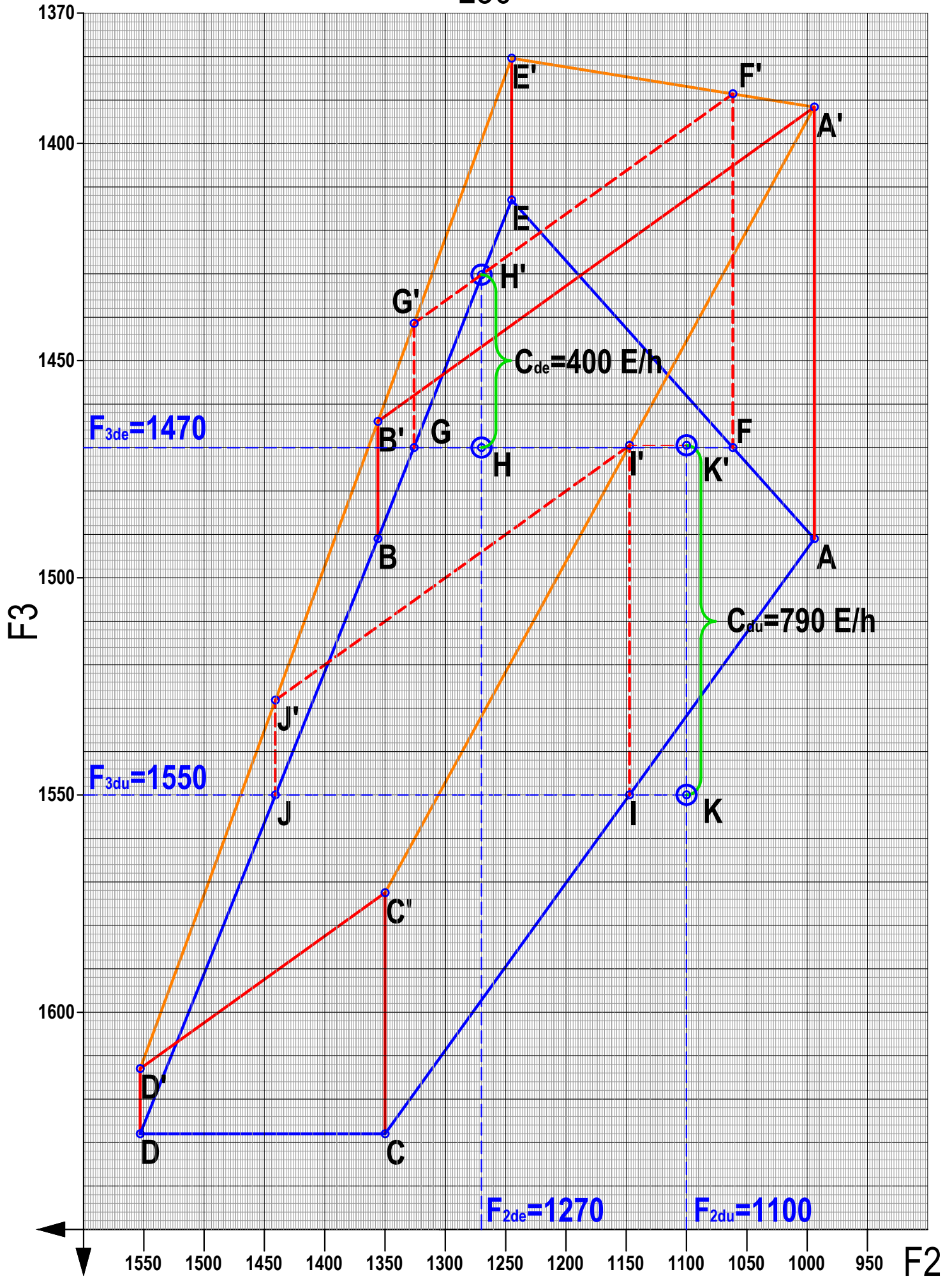
A két 2. sz. diagram alapján a keresett értékek:

$$C_{2(30)} = 790$$

$$C_{2(32)} = 880$$

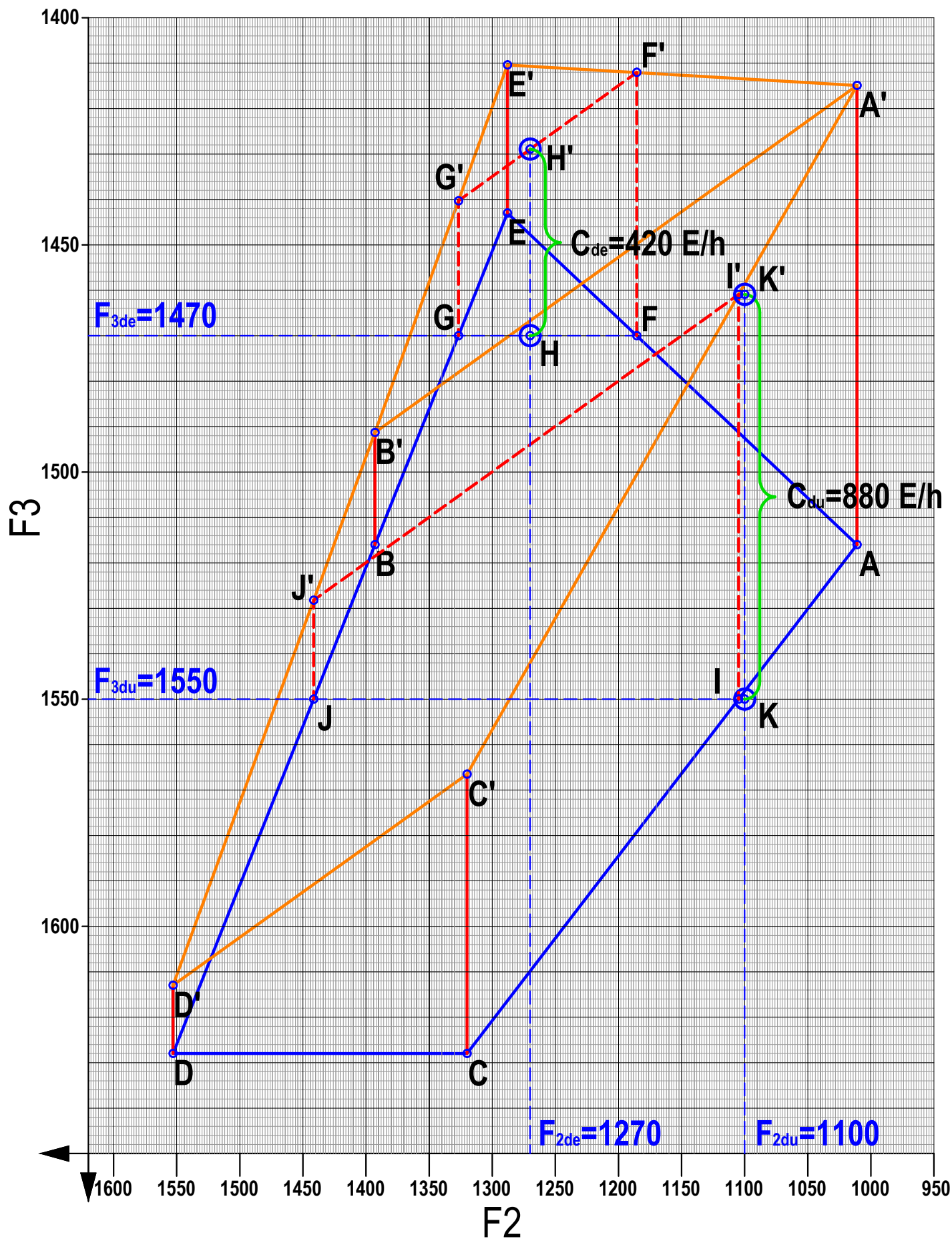
2. sz. méretezési diagram

L30



2. sz. méretezési diagram

L32



Interpolálás után a végeredmény:

$$C_{2(30,8)} = 826 > F_c + F_d = 630$$

A csomópont tehát a délutáni terhelésre is megfelel.

Ezúttal lehetőség van az egyenlőtlen terhelések miatt alkalmazott **k** tényező értékének az ellenőrzésére:

Napszak	A maximális eltérés aránya	ΣZ_n	ΣZ_i	$\Delta \Sigma Z_i$		k tényező (%)
				sec	%	
délelőtt	650 / 130 = 5	77	62	- 15	19,5	18 (0,82)
délután	600/180 =3,3		66	- 11	14,3	14 (0,86)

Az alkalmazott csökkentő tényező csak jelentéktelen mértékben különbözik a konkrét terhelési adatokra készített jelzésidőterv zöldidőcsökkenésének százalékos **értékétől**.

A **forgalmi szimuláció** a délutáni csúcsforgalmi terhelésre készült az előzőekben bemutatott adatokkal.

A periódusidő hossza: $P = 69$ s