

# Építésgépesítés mint logisztikai feladat

Dr. Tóth Ferenc  
okl. gépészmérnök  
c. egyetemi tanár  
BMGE



## Mi a logisztika?

A filozófia szakirodalma (l. ETO 164 alatt) logisztikának nevezi a matematikai eszközökkel művelt logikát (meghatározás, ítéletalkotás, következtetés). Matematikusok és filozófusok együttműködésével fejlődött önálló tudományággá a századok folyamán (Leibniz, Hamilton, Morgan, Boole, Cantor, Hilbert...). Kant szerint a logika és a matematika alaptörvényei nem elménk alkotásai, hanem a világ objektív, tudatunktól függetlenül is létező valóságai (1.). Azonban ismeretük és alkalmazásuk nélkülözhetetlen a művelt – és sikerekre vágyó – szakember számára. Ezek birtokában képes általánosítva gondolkodni, meghatározva a dolgok és folyamataik lényegét a definícióik segítségével. Módszereivel kiszámíthatja elfogadható közelítéssel a tárgyak jövőbeli viselkedését, élettartamuk várható értékeit még az adott dolog, eseménysor némely konkrét részletének a megismerése előtt.

A közgazdaságtudományba Morgenstern művei révén került bele (2., 3.). Eleinte (1967) hadieszközökkel kapcsolatban használták, sikerrel. Később az ipari vezetés számára is hasznosnak bizonyult. Itt értjük rajta (l. ETO 65.012.34 kódszám alá sorolt könyvtári állományt): az anyag-, az eszköz-, a személy- és az energia-szükséglet és áramlás, valamint az információcsere előzetes kiszámításának, majd felügyeletének és irányításának a tudományát (4.).

Az építőipari gépesítéssel kapcsolatos feladatkörei:  
– a létesítendő objektumhoz szükséges anyagok, gépek, eszközök, személyek, tér- és energia kiszámítása és biztosítása, hogy a feladatot az előírt időtartamon belül lehessen megoldani, elvégezni;  
– a megfelelő minőség és az optimális költségek mellett.

A következőkben legyen szabad bemutatnom csak néhány alkalmazását (5., 6.), tekintettel egy szakcikk terjedelmének korlátaira.

Az építőiparban mintegy 400 különféle gépesíthető technológia van!

## A gépfajták és gépmennyiségek meghatározása

Az építész előírja a tervének megvalósításához szükséges anyagféléseket és mennyiségeket. Ezek helyszínre szállításához, tárolásához, beépítéséhez, megmunkálásához, továbbá az alapozás helyének a biztosításához szükséges és megfelelő gépeket az építőgépész-mérnöknek kell kiválasztania. A célszerű gépesítés: csökkenti a kézimunkaigényt, lehetővé tesz számos technológiát (pl.: nehéz vagy terjedelmes tárgyak behelyezése), javítja a minőséget, csökkenti

a balesetek számát és súlyosságát, védelmezi a környezetet, csökkenti a kivitelezés időtartamát és sok esetben a költségeit is.

Az ICS 03.120.20 kódjel alá sorolt nemzetközi szabványok kötelezik a gépek gyártóit, forgalmazóit olyan dokumentáció átadására, amelyből a gépész szakember megtudja egyértelműen: az adott gép mire alkalmas, mire alkalmatlan. Ennek segítségével tudja kiválasztani a szükséges gépfajtát. Ilyen jellegű gépet azonban többnyire sok gyártó forgalmaz, és ezért egy jelentős méretű halmazból kénytelen választani a szakember:

- melyik a szükséges és elégséges méretű, kapacitású,
- melyik használatától várható az összköltségek minimuma,
- érdemes-e az adott feladatra gépet vásárolnia, avagy a kölcsönzés a kedvezőbb megoldás.

A gépméretet felülről korlátozzák: a rendelkezésre álló hely az építésnél és a helyszínreállítás útvonalának méretei, teherbíró képessége. A minimálisan szükséges gépméretet megszabják: a gép használati igénye (pl. emelendő teher tömege, betonadalék legnagyobb szemcsemérete) és a szükséges teljesítőképesség, kapacitás.

Kapacitáson értjük a gép által adott időegységben elvégezhető műveletek számát (pl.  $n$  darab emelés óránként), illetve a vele megtermelhető anyagmennyiséget (pl.  $m^3$  beton gyártása, vagy  $m^3$  föld kiemelése óránként). Emelőgépeknél a nemzetközi gyakorlat a géppel megemelhető legnagyobb terhet nevezi kapacitásnak. Egy adott gép kapacitása nyilván rengeteg független változó függvénye. Ezekre a gépdokumentáció köteles adatokat szolgáltatni. Pl.: egy  $0,5 m^3$  úrtartalmú mélyásószerelékkel ellátott hidraulikus, gumikerekes kotrógép adott talajfajtából, előírt vágási profil mellett,  $180^\circ$ -os felsővázforgással, szállítójárműbe közvetlenül belerakodva hány  $m^3/h$  teljesítőképességű. Utóbbi adatot gyakran a gép megadott kinematikai adataiból a szakembernek kell kiszámítania. Ez a számadat a gép elméleti kapacitása. Az elkerülhetetlen veszteségidők miatt a gyakorlatban ez nem érhető el. Még az USA jól szervezett nagy építkezéseinél is csak ennek  $0,6$  részét teljesítették 1988-ban (6.). Ezért bevezettük a gyakorlati kapacitás fogalmát, amelynek értéke  $C_{gy} = o \times C_e$ , ahol  $C_{gy}$  a gyakorlati,  $C_e$  az elméleti kapacitás és  $o$  az operációs tényező. Utóbbinak számszerű értéke:  $o = t/T = (T-v)/T$ , ahol  $t$  a gép tényleges termelő működésének az időtartama,  $v$  a veszteségidők összege,  $T$  a szerződésben előírt kivitelezési időtartam, illetve e cikkben nem ismertett logisztikai módszerekkel (pl. kritikus út, célmátrix...) meghatározott lehetséges

legrövidebb időigény az adott technológiai műveletre. Az építőiparban az időveszteség,  $v$  a következő részveszteségek összegeként adódik:  $V = V_g + V_{op} + V_i + V_a + V_{org} + V_e$ , ahol:

- $V_g$  = a gép időveszteségei (tisztítás, kenés, alkatrész- vagy szerszámcsere, beszabályozások, gépi üzemzavarok, üzemanyag-töltés);
- $V_{op}$  = az operátor, kezelő időveszteségei (pihenés, étkezés, szükségletek, lógás);
- $V_i$  = az időjárás okozta veszteségek (zivatar, fagy, lavina...);
- $V_a$  = anyaghiány okozta állásidők (nem érkezett meg pl. a megrendelt festék, speciális cement...);
- $V_{org}$  = organizációs hibák okozta állás (nem lehet még aszfaltozni, mert az alzatbeton még nem elég szilárd, elfelejtettek megrendelni valamit);
- $V_e$  = energiahiány okozta állásidők (pl. áramkimaradás, üzemanyag).

A fentiek egyetlen gépre vonatkoznak. Az építőipar azonban többnyire gépláncokat alkalmaz. Ezek eredő operációs tényezőit Neumann-nyomán (1956) (7.) számíthatjuk ki:

– soros géplánc esetén  $O_s = O_1 \times O_2 \times O_3 \dots O_i \dots O_n = \prod_{i=1}^n O_i$

– párhuzamos géplánc esetén  $O_p = 1 - \prod_{j=1}^m (1 - o_j)$

egyenletekkel, ahol  $o_i$  illetve  $o_j$  a gépláncban működő egy-egy gép operációs tényezője.

Soros az a géplánc, amelynek termelése leáll, amint bármelyik eleme leáll. Pl.: betonozásnál adalékmérlegek, cementmérleg, vízmérő, adagolók, betonkeverő, betonszivattyú.

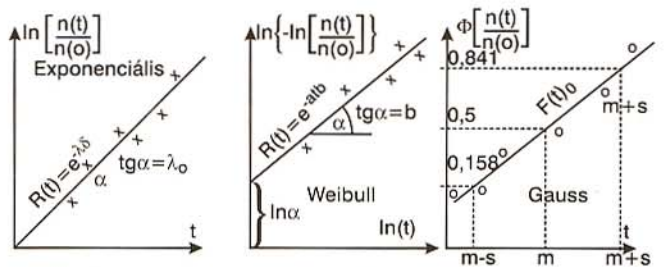
Párhuzamos az a géplánc, amely addig termel, amíg bármelyik eleme működik. Pl.: kavicsszállítás sok teherautóval olyan széles útvonalon, amelyen kikerülhető a véletlen hiba miatt leállt másik jármű. Tehát e jelzők nem a gépek geometriai elrendezésére utalnak, hanem működőképességük logikájára.

A vegyes, részben soros, részben párhuzamos gépláncot kapacitásának kiszámítása céljából gondolatban feldaraboljuk tisztán soros, illetve tisztán párhuzamos láncokká. Ezekre elvégezzük a fenti számításokat, majd a homogén láncokká egységekké véve rekonstruáljuk az eredeti teljes láncot, amely immár vagy tisztán soros vagy tisztán párhuzamos lesz. Erre újból alkalmazzuk a Neumann-féle számításokat. A soros géplánc  $C_{ls}$  kapacitása mindig kisebb, mint leggyengébb eleméé, azaz  $C_{ls} = O_s \times C_{min}$  és mindegyik  $o_i$  kisebb az egységénél. A párhuzamos géplánc kapacitása viszont mindig nagyobb, mint legteljesítőképesebb eleméé,

mert  $C_{lp} = \sum_{j=1}^m C_j \times O_p$ .

A szükséges darabszám  $N$  a gép(lánc) kapacitásának ismeretében már kiszámítható  $N = Q/C \times T$  egyenletből, ahol  $Q$  a megtermelendő anyagmennyiség (pl.  $m^3$ ),  $C$  a gép(lánc) kapacitása fentiek szerint (pl.  $m^3/h$ ),  $T$  mint fent (pl. óra). Ügyelnünk kell a mértékrendszerre!

Az egyes gépek operációs tényezőinek, illetve különféle veszteségidőinek jövőbeli várható értékeit saját vállalatunk múltbeli termelési naplójából lehet kiszámítani a logisztika, jelesül a matematikai statisztika módszereivel. Mindenekelőtt a gépnaplókból kivett veszteségidő-adatok statisztikai eloszlásfüggvényeinek a féleségét kell meghatározni. Iparágunkban ezek többnyire jól megközelíthetők vagy exponenciális, vagy Weibull-, vagy Gauss-féle eloszlással. Az exponenciális eloszlás bonyolult rendszerek elemeinek véletlen hibáit, a Weibull-eloszlás az anyagkifáradás okozta töréseket, a Gauss-eloszlás a kopás, öregedés és beégés hibáit modellezi jól. A szervezési hibák többnyire exponenciális eloszlást követnek. Adathiány ese-



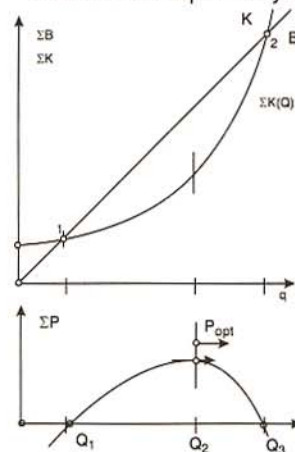
1. ábra: Nomogramok az eloszlás-  $F(t)$ , ill. a megbízhatóság-függvények  $R(t)=1-F(t)$  jellegének és állandóinak a meghatározására

tén elindulásként a Pervomajszkij-féle formulát ajánljuk. A statisztikai eloszlásfüggvények minéműségét és ezen függvények állandóit könnyebb meghatározni speciális koordinátájú, hálózatu diagrampapírok segítségével (1. ábra). Az eloszlásfüggvény kiszámítása után tisztázni kell, hogy mekkora szórás (kétségelem vagy túlsietés) megengedett, eltűrt mértékű, figyelemmel ennek pénzügyi következményeire (5.).

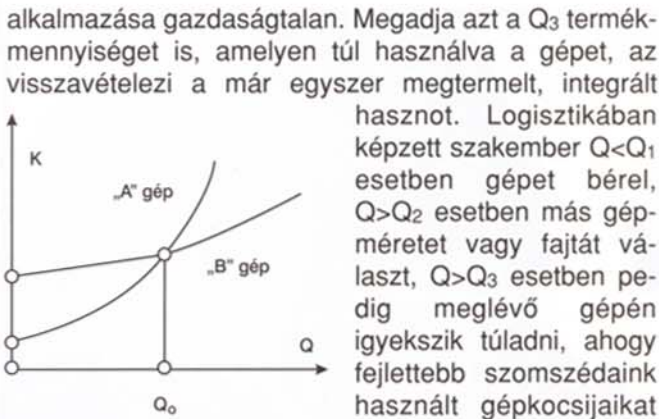
### Költségek

Ma már az építmények túlnyomó többségét szerződéskötés alapján készítik. Ebben rögzítettek írásban: ki, kinek, mit, mikorra, hol, mennyiért készítt el vagy szolgáltat és hibák esetén meddig terjed a garancia, illetve a szavatosság időben, pénzben és ezek kit (kiket) terhelnek (magánvállalkozót, rt.-t, kft.-t, biztosítót). Utalunk a vonatkozó rendelkezésekre.

A jövőben várható  $K$  költségeket vállalatunk múltbeli adataiból számíthatjuk ki a logisztika módszereivel. A várható bevételt  $B$ -t a kialakított egységár,  $A$  és a legyártandó  $Q$  termékmennyiség  $B = A \times Q$  szorzataként határozhatjuk meg. A piacgazdaságban, amelyre visszatérünk, a vállalkozásnak létfontosságú a  $P$  haszon, amely  $P = B - K$  egyenletből határozható meg. Mindezeket diagramba felhordva (2. ábra) megkapja a szakember azt a  $Q_1$  költségfedezeti pontot, amelyen alul, és azt a  $Q_2$ -t, amelyen felül a választott géptípus



2. ábra: A  $B(Q)$ , a  $K(Q)$  és a  $P(Q)$  függvények



3. ábra: Azonos célú gépek közötti váltás  $K(Q)$  függvényeik segítségével

azért is hasznos, mert segít a piacon meglévő sok azonos célú gép közti választásban (3. ábra). Ebből világossá válik, hogy  $Q < Q_0$  várható igény esetén az A géptípus,  $Q > Q_0$  esetén a B géptípus választása a gazdaságos megoldás. Ha a  $K/Q$  viszonyszámot visszük fel diagramba, akkor az elérhető legkisebb egységárról kapunk képet, amelynek ismerete számunkra versenytárgyalás esetén nélkülözhetetlen (4. ábra).

### Karbantartás, javítás

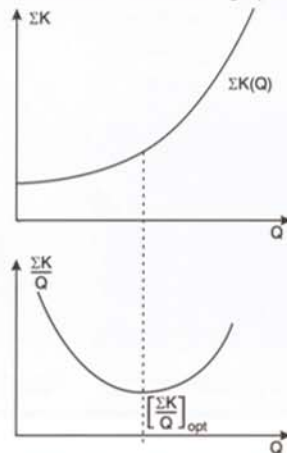
Az építőgépek használatuk során elromlanak mind elemeikben, mind teljes állományukban, mert az építőanyagok erózív, illetve korrozív hatásúak. A javításhoz szervezet szükséges: betanult és begyakorlott szakemberek, anyagok, eszközök, alkatrészek, műhelyek, energiatáplálások, ülepítővel felszerelt csatornarendszerek...

A tartalékalkatrészek jövőben szükséges mennyisége is logisztikai számításokkal határozható meg (5., 6.). Költségelemzés eredménye dönti el, hogy milyen gépfajtára, ill. mennyiségre olcsóbb megoldás erre szakosodott javítóvállalattal végeztetni el a karbantartást, javítást, esetleg a felújítást, semmint kis gépgyárakat berendezni egy-egy alapvetően építőiparos cégnél, ahogy ez országunkban a hatvanas években elterjedt kényszerűségből a tartalékalkatrész-ellátás elégtelensége miatt egyes országokból importált gépek esetében.

A fejlettebb iparú országokban – tapasztalatunk szerint – karbantartásra és javításra profilozott vállalatokat működtetnek. Még az új gépeket előállító vállalatok sem állítják elő saját műhelyükben végtermékük, gépük valamennyi alkatrészét, hanem arra szakosodott alvállalkozóktól vásárolnak. Pl. a General Motors (US) mintegy 18 000, a Grove (US) kereken 4000 bedolgozó-

vállalattal működik együtt. Ennek eredményeképpen a beépített (vásárolt) alkatrészek és a teljes gép minősége jobb, működése megbízhatóbb, tartalékalkatrész-ellátása zavartalanabb lett. Mellesleg a teljes gép ára olcsóbbá vált! Említhető olyan napnyugati gépgyár is, amely nem követte ezt az elvet, és ezért az árversenyben elvérzett!

A  $K(Q)$  függvények felvázolása többféle gépre



4. ábra: Egységköltség minimalizálása a  $K(Q)$  függvény segítségével

vállalattal működik együtt. Ennek eredményeképpen a beépített (vásárolt) alkatrészek és a teljes gép minősége jobb, működése megbízhatóbb, tartalékalkatrész-ellátása zavartalanabb lett. Mellesleg a teljes gép ára olcsóbbá vált! Említhető olyan napnyugati gépgyár is, amely nem követte ezt az elvet, és ezért az árversenyben elvérzett!

### A logisztika használatának eredményei

A logisztika a mi szakmánkban feladataik optimális megoldására használ még számos más módszert is a bemutatottakon kívül. Pl.: hálótervezést, sorban állási modelleket, mátrixelemzéseket, szimulációs modelleket, készletoptimálást, vonalkódot... és természetesen korunk nagy vívmányát, az elektronikus adattárolást és számítástechnikát. Utalunk a bemutatott szakirodalomra és a könyvtárakban az ETO (UDC) 65.012.34 kódszám alatt tárolt szakanyagra.

A logisztika ismerete és használata nélkülözhetetlen a szabadpiaci gazdálkodásban, ahol nem a diktátúra határozza meg a mit, mivel, kivel, mennyiért, mikor adatokat, hanem a vállalkozó és a megbízó tárgyalása dönt e kérdésekben, mindkettőjük kockázatára!

- A logisztika használatának eddig tapasztalt előnyei:
- csökkenek a gép- és területigények, energiafogyasztás, tartalékkészletek, balesetek, kötbérek, átfutási időtartamok;
  - növekszik a termelékenység, haszon, kapacitás, minőség;
  - javul a vállalkozás kockázata, mert elmarad a versenyhelyzetünket rontó túlzott óvatosság, és a kötbérek forrása: az indokolatlan merészség! A kiinduló adatok ugyanis megalapozottak.

### Hivatkozott szakirodalom

1. Schütz, A.: *A bölcelet elemei. Szt. István Társulat, Bp. 1940.*
2. J. Neumann–O. Morgenstern: *Theory of Games and Economic Behaviour. Princeton University, New-York, 1947*
3. C. W. Granger–O. Morgenstern: *Spectral Analysis of New-York Stock, Prices, Kyklos 16/1963*
4. Kulcsár, B. Dr.: *Ipari logisztika, LSI oktatóközpont, Bp., 1998*
5. Tóth, F. Dr.: *Gépüzemtan, Tankönyvkiadó, Bp., 1983*
6. Tóth, F. Dr.: *Lecture Notes upon Materials Handling. BUTE, Bp., 2000*
7. J. Neumann: *Probabilistic logics and the synthesis of reliable systems from unreliable components Ann. of Math. Studies 1956. pp. 43–98.*
8. M. K. Starr: *Rendszerszemléletű termelésvezetés, termelés-szervezés. Közjog, Bp., 1973.*
9. Szakkönyvtárakban ETO (UDC) 65.012.34 kódszám alatt tárolt anyag a logisztika matematikai oldalát tárgyalja, ETO (UDC) 164 pedig a filozófiai, ismeretelméleti vonatkozásait.