



■ Tervezés a változásra

Mégis mit? (Magánvélemény)

Nemrégiben bátorkodtam megírni ebben az újságban, hogy ezután sok mindent kell majd másképpen csinálni. Ugyanis sokfelé olvasom (és el is hiszem), hogy az elmúlt százezer év legmelegebbike a 2023-as volt. Meg azt is, ha így folytatjuk a fogyasztást, minden elfogyasztását, a Föld alkalmatlan lesz az emberi életre. Pedig – magánvélemény – nincs jobb dolog, mint a Földön élni. Hogy ezt az élményt biztosítsuk unokáinknak, akár ükunokáinknak, ezután tényleg sok mindent kell majd másképpen csinálni.



Dr. Bezezh András ny.
egyetemi docens

Miért?

Ami az embert kiemelte az élővilágból: elképzelni nem létező dolgokat, majd ezeket megcsinálni, arra a mérnökök és iparos elődeik voltak képesek. Ha körülnéznünk, láthatjuk, hogy szinte minden, ami körülötünk van – biztonságunkat, kényelmünket szolgálja, munkánkat egyszerűsíti, vagy akár szórakoztat –, az mérnöki alkotás. Elsősorban a mérnököknek kell használható megoldásokat kidolgozniuk, mert a politika nem foglalkozik az igazán fontos dolgokkal. A világot rászoktatták GDP-szemüvegen keresztül nézni mindent, a teremtett természet minden részét, a tájat, az élőlényeket és magát az időt is. Azt is írtam, hogy a mérnöki munka alapvetően megoldásorientált. Ennek szellemében, mint a rész-megoldások felé mutató jelzés, kívánok itt néhány gondolatot megosztani arról, hogy mégis mit kellene másképpen csinálni.

Hosszan sorolható azoknak a körülményeknek a megváltozása, amelyek miatt a mérnöki munkát alaposan újra kell gondolni. Ilyenek lehetnek a világ népességének exponenciális növekedése, a fejlettebb világ előregedése, az igények változása, a klímaváltozás következményei, a globális ellátási láncok zavarai, a nyersanyagok és az energia szűkössége, vagy az ismeretlen új technikák megjelenése.

Népesség

Arról lehet vitatkozni, hogy a világ népességének növekedése és a klímaváltozás mint környezeti terhelés ok vagy okozat. A népességnövekedés kérdését amúgy is mindig diszkréten kezelték, de az nyilvánvaló, hogy több ember több energiát fogyaszt. Több energiából, amelyet fosszilis hordozóból nyernek, több klímaváltozást okozó CO₂ lesz. Több energia nagyobb jóléthez, a népesség nagyobb mértékű növekedéséhez vezet. Ez egy nem elhanyagolható, nem mérnöki terület. Legfeljebb az energia és a szén-dioxid-kibocsátás kapcsolata az, amire visszatérünk.

Tervezési időtáv

A másképp csinálási kényszer egyik legfontosabb összetevője a bizonytalanság. Egy-

részt létezik igény a minél hosszabb távon funkcionáló rendszer kialakítására, amivel párhuzamosan, az időtáv növekedésével a körülmények bizonytalansága is nő. Ennek a nehézségnek a kiküszöbölésére ajánlják a betervezett átalakíthatóságot, a könnyen változtathatóságot és javíthatóságot mint tervezési szempontokat meg kell tanítani a szakembereknek, és be kell építeni a tervezési és építészeti programokba. A hosszú távú tervezés tartalmazza a folyamatos karbantartási és felülvizsgálati folyamatokat. A rendszeres ellenőrzések és karbantartás hozzájárulhat a struktúra hosszú élettartamához és hatékonyságához. Mindez elengedhetetlen annak érdekében, hogy megfelelően reagáljunk a klímaváltozás, a biodiverzitás csökkenése és a kimerülő nyersanyagok kihívásaira.

Egyszerű logika, ha valami kétszer anynyi ideig használható, akkor előállításának és megsemmisítésének erőforrásigénye és környezeti hatása időegységre vonatkoztatva a fele lesz. Ezen megfontolásból is törekedni kell a lehető leghosszabb élettartamú termék, alkotás létrehozására. Megjegyzem, hogy ez pont fordítva van a profitszemüvegen át nézve, mert kisebb forgalmat eredményez. A tervezett elavulás (és a divat is) inkább a használati idő szándékos lerövidítését jelenti.

Mérnöki szempontból a tervezett objektum környezeti hatásaival is foglalkozni kell, ennek legfontosabb eszköze az életciklus-elemzés (LCA). Korszerű tervezéshez elengedhetetlen az életciklus-szemlélet. Ez a mérnöki alkotások valamennyi környezetre gyakorolt hatásának vizsgálata a létrehozásuk, használatuk-működésük és végül megszűnésük során. A „bölcsőtől a sírig” tartó vizsgálat a környezeti hatásokat és erőforrás-felhasználást értékeli (üvegházhatású gázok kibocsátása, energiafelhasználás, vízhasználat és -szennyezés, levegőszennyezés, biodiverzitás, talajdegradáció). Újabb fontos szempont, hogy ne csak a működés kibocsátását, hanem az ún. beépülő karbont is vizsgálják, ami valamennyi felhasznált anyag életciklusa alatti karbonlábnym (szén-dioxid-kibocsátás) összege.

Mérnöki alkotások életciklusa rendkívül széles skálán mozog, a katedrálisoktól, gáttaktól, utaktól és hulladéklerakóktól mint leghosszabbaktól kezdve a rövid életű (kevesbé mérnöki alkotás) papír zsebkendőkig és műanyag poharakig terjed. Legtöbbször

– a közbenső eseteket tekintve – nem is lehet előre tudni, mi lesz a végén. Mitől lesz vége? Egyszerűen elhasználják, túlhasználják, nem tartják karban vagy elavul? A jó tervezéskor már ezekre is gondolni kell.

Klímaváltozás

A klímaváltozás az a jelenség, amely manapság a legtöbb változtatást kényszeríti ki a mérnöki munkával kapcsolatban. A hosszú távú tervezés elengedhetetlen annak érdekében, hogy megfelelően reagáljunk a klímaváltozás kihívásaira: anyagválasztásra, gyártástechnológiai, működési körülményekre, különös figyelemmel az energiával kapcsolatos összes szempontra. Épületek vagy más infrastrukturális létesítmények esetében az ún. rezilienciavizsgálat a klíma hosszú távú hatásai megítélésében segít.

Komplikációt itt is a hosszú időtáv okoz, mert mérnöki tudásunk amortizálódott. Nem a fizikai törvények változtak, hanem a konstansoknak tűnő paraméterek. Példaként a csapadékvíz-elvezető rendszerek megfelelő tervezése hozható. A tervezők az elmúlt évtizedek statisztikai adatsorára alapozva dolgoznak. Az érvényben lévő elérhető szabványokban található eloszlásfüggvények nem a mai valóságot írják le, a klímaváltozás ezeket is megváltoztatta.

Igények

A tervezés előtti lépés az igények pontosítása. Ha csak egy országot tekintünk, akkor is érzékelhető az igények sokfélesége, amely egyre szélesebb spektrumot ölel fel. Marketingszakemberek leginkább az ábécé betűit használva különböztetik meg a különböző igényű generációkat. Ha globálisan nézzük az igényeket, több ábécé sem lenne elég.

A következő évtizedben az EU nyugati fele előregszik. A világban a munkaképes és fizetőképes korúak nagy része Ázsiában (Kína, India, Indonézia...), a friss munkaerő pedig Afrikában (Nigéria, Uganda, Etiópia, Tunézia...) lesz. Ez hogyan változtatja meg az igényeket?

A jóléti szakadék szélesedik. Még a fejlett világ középosztályának lehetőségei is folyamatosan csökkennek, korlátozva az igényeiket. Ebben a körben divatos az önkéntes egyszerűség, a minimalista életvitel, amely a fenntarthatóságnak kedvez azáltal, hogy a kevesebbre való összpontosítást és az egyszerűséget helyezi elő-

térbe. Az önkéntes egyszerűség alapelvei között szerepel a felesleges dolgoktól való megszabadulás, a tudatos fogyasztás és az anyagi javak minimalizálása. Egyre gyakoribb közöttük a lehetőségek korlátjának megjelenése, amikor az önkéntes jelző hiányzik. Ennek nyomán egyre inkább szükségessé válik majd a pozitív értelmű „prima primitív” mérnöki megközelítés.

Nyersanyagok és energia

Két összefüggő, kritikus terület. Mondják: az energiahatékonyság a legjobb üzemanyag. Korlátlan energiával bármilyen nyersanyagot elő lehet állítani. A nyersanyagok legtöbbje kifogyóban van, megoldás a megújuló anyagok használata és a körforgásos gazdálkodás – tág terep az innovációra. Az energiatermelés megújulásra vár, a nagy energiaátmenetre. Sajnos mindkettő komoly kudarcokkal terhelt. Zöld indítékból Németországban számos nukleáris erőművet leállítottak. A jelenlegi háborús viszonyok miatt széntüzelésű erőművekre álltak át hirtelen. Ismeretes, hogy az éghajlatváltozás befolyásolja a nukleáris erőművek teljesítményét. Egyrészt a magasabb környezeti hőmérséklet eleve csökkenti az erőmű hatásfokát, másrészt a kibocsátott kondenzvíz megengedett hőfoka törvényileg szabályozott. Emiatt sok európai erőmű teljesítményét az utóbbi években drasztikusan csökkenteni kellett a melegebb időszakokban.

A fából nyert energia csökkentheti a nagyon hosszú távú szén-dioxid-koncentrációt a fosszilis tüzelőanyagokhoz képest, de első hatása a szén-dioxid növelése, ami erősíti a globális felmelegedést a kritikus időszakban 2100-ig. Ez még akkor is igaz, ha a fa kiváltja a szenet, a leginkább szén-dioxid-kibocsátó fosszilis tüzelőanyagot. Ha azt állítják, hogy a fa-biomassza szén-dioxid-semleges, ahogy azt az EU tette, tévesen feltételezik az erdők gyors növekedését, és azt, hogy teljes mértékben ellensúlyozza a biomassza-termelésből és -égetésből származó kibocsátásokat. A semlegesség feltételezése nem érvényes, mert figyelmen kívül hagyja a bioüzemanyagok okozta átmeneti, de évtizedekig-évszázadokig tartó szén-dioxid-növekedést. Remény a fúziós reaktorok mielőbbi megjelenése: nincs hosszú életű radioaktív hulladék, nincs üvegházhatású gáz. Számítsunk rá! Addig is Magyarországon van egy óriási ki nem használt lehető-



”

A nyersanyagok legtöbbje kifogyóban van, megoldás a megújuló anyagok használata és a körforgásos gazdálkodás – tág terep az innovációra.

ség, a geotermikus energia hasznosítása. Itt sem kell tartani a radioaktív hulladéktól vagy üvegházhatású gázok kibocsátásától.

Új technikák

Csak egy rövid felsorolás: AI, hidrogéngazdaság, kvantumszámítógépek, robotok, újtechnológiák, blockchain, digitális modellezés, IoT. Ismerjük-e ezeket? Ismerjük a felkínált új lehetőségeket? Ezt is valahol már leírtam: az átállásban a mérnökök a tudományos és műszaki eredmények naprakész ismeretével és alkalmazásával vehetnek részt.

Üzenet

A bemutatott változások arra kényszerítik a mérnököket, hogy újraértékeljék megközelítéseiket, és innovatív megoldásokat találjanak az új kihívások kezelésére. Az éghajlatváltozás megnövekedett igényhez vezetett a fenntartható tervezési

gyakorlatok iránt, mivel a mérnökök igyekeznek csökkenteni projektjeik környezeti hatását. Az ellátási láncok különböző tényezők, például természeti katasztrófák vagy geopolitikai feszültségek által okozott megszakadása arra kényszerítette a mérnököket, hogy újragondolják bizonyos anyagoktól és alkatrészeketől való függőségüket. Először is, a mérnököknek figyelembe kell venniük terveik hosszú távú rugalmasságát a kiszámíthatatlan éghajlati eseményekkel szemben. Ezenkívül az ellátási láncok diverzifikálása kritikusává vált a szükséges erőforrások rendelkezésre állásának biztosítása érdekében. Az ezekkel a változásokkal kapcsolatos kockázatok csökkentéséért a mérnököknek proaktív megközelítést kell alkalmazniuk, ami magában foglalja az éghajlatváltozással összefüggő megfontolások beépítését a tervezési folyamatokba, mint például a megújuló anyagok és az energiafogyasztást csökkentő technikák alkalmazása. A beszállítókkal és az érdekelt felekkel való együttműködés szintén kulcsfontosságú az ellátási láncban belüli lehetséges kockázatok azonosításához és kezeléséhez. E stratégiák elfogadásával a mérnökök nemcsak a jövőbeli zavarok ellen védekezhetnek, hanem hozzájárulhatnak egy fenntarthatóbb és ellenállóbb épített környezet kialakításához is.