

## Új pályára kell állítani a magyar építőipart

### The Hungarian construction industry needs to be put on a new level

POLGÁR László

Polgár-Terv Mérnökiroda kft.1147 Budapest, Kerékgyártó u.19/a  
email:polgarterv@gmail.com mobil:36306262847

#### ABSTRACT

*During the post-war reconstruction, the Hungarian construction industry gained worldwide recognition, mainly for the on-site prefabrication of reinforced concrete structures for industrial buildings. , a major step forward in the industrialization of construction. In the 1980s, the information technology lagged behind the Western world (Cocom bans). they fell apart. Protecting their own narrow interests, the non-governmental professional organizations formed in turn did not favor technological developments, the productivity of the construction sector did not increase. By 2020, it became apparent that fundamental changes were needed in the construction sector.*

#### KIVONAT

*A magyar építőipar a háború utáni újjáépítés során az egész világ elismerését kivívta főleg az ipari épületek vasbeton szerkezeteinek a helyszíni előre gyártásával.A 70 –es években a házigyári lakásépítés, a rendszerelvű építés, a könnyűszerkezetes építés és a vasbeton szerkezeti elemek üzemi előregyártása nagyszerű épületeket eredményezett, az építés iparosításában nagy előre lépés következett be.A 80-as években az információtechnikai lemaradás a nyugati világhoz képest egyre inkább érezhetővé vált (Cocom tiltások).A rendszerváltás után az állami kutató bázisok megszűntek, az állami nagy tervező, gyártó és kivitelező vállalatok darabjaira estek szét. A sorra megalakult civil szakmai szervezetek saját szűk érdekeiket védve nem kedveztek a technológiai fejlesztéseknek, az építési ágazat termelékenysége nem növekedett.2020 évre nyilvánvalóvá vált, alapvető változások szükségesek az építési ágazatban.*

**Kulcsszavak:** építésiparosítás, robottechnika, digitalizáció, Design & Build

#### Mit csináltunk jól, mit rontottunk el?

*A rendszerváltásnak mindannyian örüitünk, egymás után alakultak a szakmai civil szervezetek, megszűntek a nagy állami vállalatok. Eljött a vágyott szabadság, de mennyit segített ez az építési ágazaton? Beköszöntött a korábban csak elméletben ismert vadkapitalizmus, a mérnökök együttműködése megromlott, a napi lét biztosítása nagyon sok energiát lekötött. Most készül az építési stratégia. Hogyan tovább, ezzel kívánok foglalkozni cikkemben.*

## 1. ÉPÍTÉSI ÁGAZAT VÁLTOZÁS ELŐTT

Ebben az évben május végén jelentette be Angela Merkel az évi 400 000 lakás építése programot. Nemzetközi pályázatot hirdettek a tömeges lakásépítés megvalósítására. Érdemes áttekinteni a 9 nyertes pályázatot. Moduláris építés, széria termelés ipari üzemekben, miközben a lakások a robottechnológiáknak köszönhetően változatosak lehetnek. A példa az autógyártás, repülőgép és hajógyártás, azok az iparágak, amelyeknél már megvalósult a robottechnika alkalmazása.

Dr György László előadásából Győr Építési Konferencia 2018 november (hasonló dia a Nagy Ádám ÉMI előadásában is) „Az emberi munkaerő növekedésével a jövőben sem számolhatunk, nehéz fizikai munkát a mai fiatalok már nem fognak végezni.”

Az építés jelentős részét telepített üzemekben egyre inkább robottechnológiával gyártott szerkezeti elemek felhasználásával kell elvégezni, a helyszínen csak az összeszerelés történik. A nagy különbség az 50 évvel ezelőtti technológiákhoz képest az információ technikai robbanásban van, a digitális világban már sokkal változatosabbak lehetnek az üzemi termékek, mert a robottechnika nem követel azonos termékeket. Az alapelvek viszont változatlanok:

- a tervezés és gyártás, kivitelezés integrációja. Manapság ezt szeretik a D&B azaz a Design & Build -nak nevezni, ( mi magyarok fővállalkozásnak hívtunk, és már 50 évvel ezelőtt is működött).
- A fenntartható fejlődés követelményei:Magyarországon ez is 50 éves múltat tekint vissza,
- A „könnyűszerkezetes építés”, ( csarnok pályázat éppen 50 évvel ezelőtt volt).

### 1.1. A magyar betonelem gyártás rendszerváltása

Több, mint 30 évvel ezelőtt kezdődött az előre gyártott vasbeton csarnokok „rendszerváltása”. 1988 –ban nagy kihívás volt az orosházi Float Üvegyár tervezése, építése. Amerikai befektető, már érződött az új idők szele, megcsillant az import anyagok használatának a lehetősége.

A 21 m \* 21 m pillérállású mintegy 30 000 m<sup>2</sup> alapterületű csarnok előtervei acél szerkezetet tartalmaztak. A VEGYÉPSZER –ben Ugrin József ösztönzésére elkészítettem három vasbeton vázra a 31 sz. ÁÉV megoldási javaslatát:

- a hagyományosnak mondható TT tetőelemes csarnokváz
- Y elemes csarnokváz
- „könnyű vasbeton váz”, 21 m fesztávon a főtartó, 7 m-ként a vasbeton (feszített) fióktartók, acél Z szelemenek, befüggesztett hőszigetelés, acél trapézlemez héjalás.

Jól emlékszem, az egyetem egyik tantermében a tálára krétával rajzoltam fel az alternatívákat az amerikai befektető szakembereinek. A TT elemes és Y elemes változatokat hamar „lesöpörték”, de a harmadik változatra nagyon felcsillant a szemük. Ez a szerkezeti megoldás Magyarországon ismeretlen volt, az osztrák Pordes cég alkalmazott hasonló tető héjalásokat az acél szerkezeteiknél. Elfogadták a megoldást, amit az akkori korra jellemzően az Univerzal VGMK társaságunk dolgozott ki (rajtam kívül Szabó Ottó és Mohácsy Katalin). Ez a csarnok túl nagy volt ahhoz, hogy magunk tervezzük, felkerestem Massányi Tibort, aki akkor a TTI –ben dolgozott, és Dulácska Endre és Szabados Róbert hamar megértették és magukévá tették az elképzelésemet. Így kezdődött el a rendszerváltás utáni új előre gyártott vasbeton vázak története.

### 1.2. Mit fejlődöttünk 25 év alatt?

Az 1992-ben tervezett Philips Székesfehérvár gyártó csarnok épület vasbeton szerkezete volt az átmenet: más a 31 sz. ÁÉV műszaki igazgatója színeiben folytattam az első tárgyalást az osztrák építész tervezővel és a Philips osztrák képviselőjével, Heffermann és Hofsommer urakkal. Emlékezetes máig: a Béke szálló előcsarnokában a két órás megbeszélés. Rajzoltam a változatokat, mondtam az árakat és határidőket. A szerződést mára privatizált a Építőipari Kft színeiben kötöttük. A szerkezet elkészülte utáni beszélgetéskor árulta el Heffermann úr, hogy egyedül én voltam a több pályázó közül, aki rajzolt, számolt, árakat és határidőket is tudott a változatokhoz rendelni. Ma is ezt a képességet próbálom a fiataloknál kifejleszteni. Ma ugyanezt BIM 5D –nek nevezik és sokkal bonyolultabban működik a rendszer, mint 25 évvel ezelőtt.

## 2. A JELEN KOR KIHÍVÁSAI

Az ipari üzemi sorozatgyártás 100 évvel (Bauhaus) ezelőtt még nem tudta azt a változatosságot biztosítani, mint a mai kor robotizált technológiái. A robotok egyrészt sokkal könnyebben tudnak változtatni a termékeken, de másrésztől viszont nagyon szigorú szabályok szerint dolgoznak. A tervezés nem különülhet el a megvalósítás folyamatától, a terv magának a megvalósításnak a termelési parancsa. Nem véletlen, hogy sok egyetemen az építész és mérnök képzés egyik fontos tantárgya a robotizáció oktatása.

## 2.1. Hogyan írnak erről Németországban?

4.0-as iparág mindenki ajkán van. Főként az autóiipari és gépgyártó cégek egyre erősebb erőfeszítéseket tesznek az „intelligens gyár” felé, azaz egyre inkább digitalizált folyamatok felé. Az építőiparban a koncepció 4.0 megvalósítása sokkal nehezebb. Mindenekelőtt, az a tény, hogy az építés rendkívül megosztott és rendkívül összetett, mivel nagyon individualizált folyamat. Emellett a kutatás és a promóció messze elmarad a megfelelő innovációk szükségességétől.

## 3. HOGYAN VÁLTOZIK A JELENLEGI IPARI FORRADALOM AZ ÉPÍTŐIPARBAN

Annak érdekében, hogy az Ipari 4.0 jelenséget besorolhassuk, először meg kell határozni a kifejezés fogalmát. Az 4.0-as iparág szinonimája az olyan kifejezéseknek, mint a digitalizálás, a nagy adatok, a virtualizáció, az intelligens elemek vagy az intelligens gyárak, valamint az önismeret és az önszabályozás. Az építőipar szempontjából az Industrie 4.0 annyit jelent, mint az összes építési folyamat digitalizálása az építési folyamat minden szakaszában az építési folyamat optimalizálása érdekében. Ebbe az irányba tett kezdeti fejlesztéseket eddig elsősorban az építési tervezés területén végezték. Sokkal egyszerűbb lehet a CAD-n keresztül a lehető legvalószínűbb digitális modellek létrehozása, a tervezés. De az út egy építkezéshez 4.0 messze túlmutat az építési tervezésen, és pontosan ez a nagy kihívás, nevezetesen a munkaprogramok sokasága, különböző szereplők, egy nagy digitális modellben kereskedelmi függőségeket és minőségi követelményeket ábrázol. Az iparág 4.0 témájának előmozdítása, különösen az építőiparban nagy feladat, mert a változások az egész gondolkodási módban soha nem látott építési kihívásokat jelentenek. Az éghajlatváltozás, a demográfiai változások, az urbanizáció, a globalizáció és az erőforrások szűkössége befolyásolja az életet az egész világon, és ezáltal az életkörülményekhez való strukturális alkalmazkodást. A sebesség és a hatékonyság döntő fontosságú lesz ennek a kiigazítási folyamatnak a sikere szempontjából, és a válasz a 4.0-as épület. De ezt könnyebb mondani, mint megvalósítani, mert ez nem más, mint egy ipari forradalom, amely egyrészt nagy befektetésekkel járhat, másrészt pedig az ismerős megközelítésekkel és gondolkodásmódra való törekvéssel. Ehhez új informatikai rendszerek kifejlesztésére, és az építőipar számos paradigmájának megzavarására lesz szükség. Mivel a koncepció 4.0 sikeres megvalósítása azt jelenti, hogy el kell szakadni az egyes szakterületek önálló művelésétől, sokkal jobban kell együtt működni egymással. A korábban elkülönített területeket holisztikus modell részeként kell figyelembe venni, az egészet kell optimalizálni.

Emellett szükség van arra, hogy ragaszkodjanak a saját izolált megoldásokhoz, és a szabványosított folyamatokhoz. Ebben természetesen minden egyes szereplő esetében kettős kockázat van: mindaz, aki túl korán nyit a lehetséges interfészekre, sebezhető; mert ismeretlen területen mozog. Viszont, ha túl későn teszi, akkor lehet, hogy el fog futni a fejlesztés mögötte, és nem tudja kihasználni a fejlett technológia előnyeit. „Aki túl későn lép azt megbünteti az élet” Örök igazság amit Gorbacsov mondott Honeckernek a 80-as évek végén. Más kifejezésekkel élve az Industry 4.0 nem csak a strukturális, hanem a saját vállalkozói kihívások elsajátításának lehetőségét is jelenti.

## 4. HOGYAN NÉZHET KI EGY IDEÁLIS WEBHELY AZ IPAR 4.0 VILÁGÁBAN

Itt egy rövid forgatókönyv: Minden tervezési és építési folyamatot digitalizálnak paraméterekkel és egymással összekapcsolva. Mindenféle virtualizációs változtatáson keresztül lehet megvalósítani, így mind az építési folyamat, mind az eredményül kapott épületobjektum optimalizálható, egyedi változtatások lehetségesek. Az eredeti modell minden módosítása megváltoztatja az eredményeket az összes projekt résztvevő számára. A mögöttes szoftver, amely a modellt térképezi, projektvezérlést és vezérlést is biztosít. A helyszíni építésszek, mérnökök és kézművesek munkáját mobil eszközök vezérlik. Minőség-növelő és nagy pontosságú gépek, amelyek digitálisan is megkapják a munkájukat, támogatják az építési folyamatot.

Más eszközök, de akár az egyes építési termékekbe integrált chipek is, bizonyos építési műveleteket mérnek folyamatosan, és adatokat adnak vissza a modellhez, ami viszont lehetővé teszi az ellenőrzést és szükség esetén korrekciót. Ezen túlmenően az építési termékek és gépek egymással kommunikálnak, és így maguk is szabályozzák az egyes építési folyamatokat, így egy ilyen digitális

építkezés eredménye egy idő, költség és minőség optimalizált építési objektum. Az optimalizálás megvalósítása, amint már említettük, nemcsak hatalmas beruházásokat, munkastruktúrák változását, átláthatóságot és alkalmazkodóképességet igényel, hanem radikálisan megváltoztatja az építés eddigi megvalósításának módját. Egyszerű ismétlődő munkát egyre inkább robotok vagy gépek végeznek. A kézműveseknek új ismereteket kell tanulniuk, amelyek magukban foglalják a szoftverek és gépek ismeretét, kezelését. Nemcsak az emberek, hanem a korszerű anyag is részt vesz az új építési folyamatban, és így új munkaformákat hoznak létre. Természetesen mindez csak akkor lesz lehetséges, ha megfelelő szoftveres megoldásokat hoznak létre, amelyekre az alapvető követelmények már léteznek, de amelyek még nem kerültek összehangolásra, a szükséges komplexitásba.

Az 4.0-as iparág nagy kihívást jelent mindenki számára, aki részt vesz az építőiparban. A vállalkozás sikere nemcsak a jövőbeni környezetvédelmi és erőforrás-tudatos kialakítást határozza meg, hanem az egyes vállalatok jólétéről jövőjéről, gazdasági helyzetéről is dönt. A mai építőipari cégeknek ki kell használni a magas műszaki színvonal kínált lehetőségeket, a jó oktatás eredményeit, és a világban elért eredményeket, és támogatniuk kell ezt a törekvést. A kormányzati köröket is kéri az építési ágazat, hogy támogassa ezt a fejlődést, és a legfontosabb gazdasági tényezőt hozza létre az építőipar 4.0 felé vezető úton.

#### **4.1 Az egyik első működő robot technológia a BAMTEC**

Tipikus példa a BAMTEC vasalási rendszer, pont a robottechnikával gyártott vasalási szőnyegek tervezése a korábbi megszokottól teljesen eltérő, hiszen a gépek nem rajzokat olvasnak, hanem digitális adatok vezérlik a robotizált gyártást. A BAMTEC szőnyegek alkalmazásának előnyei a betonacél megtakarítás, a helyszíni munkaerő minimálisra csökkenése, az építési idő rövidülése, együttesen adják az előnyöket. [www.bamtec.hu](http://www.bamtec.hu) honlapon számos megvalósult felhasználási helyszín látható.

#### **4.2. Korlátlan lehetőségek**

Az építés során az idő és a költségek megtakaríthatók, ha több módszert vesznek át más iparágakból. Az előre gyártott építő elemek és az előkészített üzem automatizálása és az építkezés helyén még mindig kihasználatlan lehetőségek merültek fel. Az épületek egyénisége, de az építők és építésszek tervezési lehetőségei sem korlátozottak. Az épület egyrészt a kulturális-társadalmi kötelezettségnek, másrészt az ügyfél egyedi elképzeléseinek kell megfeleljen. Az iparosított technológiákkal épített épületnek nem szabad korlátoznia ezt az egyéniséget, hanem a kreatív szabadságot és a hatékony termelést kell összekapcsolnia. Az ipari konstrukció célja az építési módszerek és építő elemek szabványosítása oly módon, hogy a tervezési szabványosítás nem legyen érzékelhető. A hatékonyság növeléséhez szükséges impulzusok az előre gyártott építő elemek használatából, valamint az előre gyártó üzemek és az építkezés automatizálásából erednek. A beruházónak éppen úgy, mint az építési ágazatnak előnye a jobb minőség, a rövidebb építési idő és az alacsonyabb építési költségek. A munkamegosztás, a specializáció, a gépesítés és a racionalizálás az ipari termelés jellemzői. Ez az építőiparra áthelyezve többek között előre gyártott építő elemek, változó alaptípusok, automatizálás az előre gyártott üzemben és az építkezésen, valamint az építési módszerek és az építőanyagok szabványosítását jelenti.

### **5. A TERVEZÉSNEK ÉS A KIVITELEZÉSNEK A KÖLCSÖNHATÁSA**

Egy fontos, és nem is új felismerés, hogy a tervezésnek és a kivitelezésnek célszerűbben kell együttműködni, hogy lehetővé tegye az iparosított építést. A mai gyakorlat, hogy a vállalkozókat csak a tényleges végrehajtási szakaszba vonják be. Így a végrehajtó vállalat know-how-ja, sem a vállalat sajátosságai a költséghatékony termelésre, pl. a meglévő erőforrások: géppark, személyzet, tapasztalat, és az üzleti kapcsolatok eredményei, - nem teszik lehetővé a költségkímélő épület építést. A gyártási tapasztalat nem tér vissza a tervezésbe.

#### **5.1 Funkcionális pályázatok**

Az ár-teljesítmény verseny nagyobb előnyökkel járna az ügyfél számára, mint a verseny, kizárólag a legalacsonyabb áron. Az ár-teljesítmény versenyhez azonban, most már a tervezési

engedélyek alapján funkcionális pályázati kiírásra van szükség, amely az épületek leírását és a helyiségek leírását tartalmazó terveket és minőségi szabványokat tartalmazza.

### 5.2 A változatokat kifejezetten meg kell engedni.

A vállalkozók innovatív üzleti megoldásokat tudnak nyújtani a funkcionális pályázati eljárás által meghatározott határokon belül. Az építőknek és tervezőknek át kell térniük a funkcionális pályázatokra, amely különösen alkalmas új lakások építésére. Az ajánlatok kiértékelése bonyolultabb, az eddigi pályázati eljáráshoz képest, de a megrendelőnek lehetősége lenne változtatásra, és költségcsökkentési technológiák elfogadására, ami a jelenlegi rendszerben kizárt. Más iparágakban, ahol a prototípusokat is gyártják, mint például a hajógyártás, a végrehajtás tervezését a gyártó vagy a gyártó megbízására végzi a tervező. Az építőiparban a kivitelező, amely - az építetővel és a tervezővel ellentétben - ismeri a különböző tervezési változatok vállalati gyártási költségeit - olyan vállalati megoldásokat fejleszt, amelyek garanciával rendelkeznek, például vízzáróság, a hővédelem, a hangszigetelés és a teherbírás követelmények tekintetében. Saját területemen maradva, az előregyártás és az építési helyszíni gyártás között az egyes vagy valamennyi teherhordó szerkezet esetében - kisebb változtatásokat lehet végezni az építészeti kialakításban, hogy pl. lehetővé váljon: a zsaluzat többszöri használata, alternatív építőanyagok használata, melyek általánosabb értelemben hangsúlyozzák az épület sajátosságait.

### 5.3 A kivitelezés hatása a tervezésre

Az építőipari cégek befolyása a kivitelezési tervezésre a konstrukció gazdaságos megvalósításához járul hozzá. Az új gépekbe és információs technológiákba történő befektetések, a munkavállalók képzésére és az üzleti megoldások fejlesztésére csak akkor kerül sor, ha a feltételek megfelelőek. Az építő elemek előkészítésének költséghatékonysága a darabszámmal növekszik; az építkezések automatizálásának hatékonysága a munkafogások és a munkamenet ismétléseinek számával növekszik. Lehetséges lenne az építőipar hatékonyságának jelentős növekedése.

Napjainkban robotok és távvezérelt manipulátorok találhatóak a különböző műveletekhez. Ezeknek a robotoknak a túlnyomó többsége azonban prototípusok, és nem tudták bizonyítani gazdasági életképességüket - különösen azért, mert hiányzik az előfeltétel - az építési folyamatok gyakori ismétlése. A végrehajtási fázisban még lehetséges az egyszerű előregyártott alkatrészek és félkész alkatrészek, mint például a filigrán lemez és az üreges fal támogatása még a végrehajtási fázisban is meghozható. Ezek kompatibilisek a hagyományos tervezéssel és pályázatokkal, és így lehetővé teszik az ipari épületekbe való belépést az egyes lakásépítésbe.

A többszörös munkaterületeket átfogó elemek (pl. Előregyártott fürdőszobák) és automatizálás (az előre gyártó üzemben és az építkezésen) előkészítésének további és sokkal nagyobb racionalizálási lehetőségeit kihasználó vállalati megoldások azonban megkövetelik a vállalkozó által a tervezés befolyásolását. Az új épület funkcionális pályázata lehetőséget ad az épület tulajdonosának és tervezőjének az építőipari cégek know-how-jának felhasználására, és ez alapján dönteni a pályázók között. A funkcionális pályázati felhívás tervekből és egy minőségi előírást meghatározó építési specifikációból áll (devis nélkül). Alapja az építési engedély tervezése. Az ár-teljesítmény verseny célja a magasabb minőség, rövidebb építési idő, és alacsonyabb építési költségek.

\* Prof. Dr.-Ing. Gerhard Girmscheid és Dipl.-Ing. Jan Bärthel, Építészeti Tervezési és Építési Intézet, Zürich ETH.

### 5.4 És hogyan mennek ezek a kezdeti lépések?

Az első robotizált technológiájú „házgyár” éppen a Bauhaus keletkezésének a tőzsomszédságában, Erfurtban építik jelenleg, egy év múlva már üzemel. Kínában ennek sokszorososa valósul meg jelenleg, az egyik nagy kínai építő vállalat mindjárt 100 ilyen házgyár létesítéséről tudósít!

Magyarországon az IKM által meghirdetett innovációs pályázat benyújtásai között több előre gyártó üzem létesítésére beadott pályázat is szerepel. Nagy kérdés, mi legyen ezen üzemek gyártmányainak összetétele. Ha nem változik meg a MÉK – MMK – ÉVOSZ álláspontja a Design&Build azaz a tervezés – gyártás – kivitelezés egységéről, akkor ezek az innovációk kudarcra vannak ítélve. Minél magasabb fokú a termelés gépesítettége, automatizálása, annál szorosabban kell összefonódnia a kész termék tervezésének a megvalósítás folyamatának a tervezésével. Nem

véletlen, hogy egyre többet hivatkoznak az autó, repülő és más ipari termékeket gyártó iparágakra az építőipar termelékenységének növelési feltételeinél.

## 6. MIÉRT EZ A NAGY FORDULAT AZ ÉPÍTÉSI GYAKORLATBAN?

Az EU túlszabályozottsága, az EU pénzek elosztásával együtt járó bizalmatlanság miatt a mindenáron versenyeztetés, az alternatív megoldásoktól idegenkedés, a sok titoktartás oda vezetett, hogy éppen a közbeszerzések területén állandósultak a költség túllépések, a határidő kitolódások, a közbeszerzésű beruházások indokolatlanul megdrágultak, miközben az innovációt, a haladást fékezte a bürokrácia. Az ázsiai országok különösen, de Amerika és Ausztrália építőipara sokkal gyorsabban fejlődött, mint az öreg kontinens építési ágazata. Az új jelszó a partnerség, melynek nyelvezte, a megvalósítás technikai eszköze a BIM, melynek eredetűl az 1984 –ben megjelent magyar Archicad –ot tartják (Bojár Gábor Graphisoft).Egymás után jelentek meg a kiadványok az új partnerségi építési gyakorlatról, a Design&Build előre töréséről. Sajnos ezekből kimarad a magyar részvétel, az építési ágazat elaprózottsága miatt.

## IRODALOM

*Partnerség az építésben – beton*

[http://beton.hu/wp/wp-content/uploads/2017/10/3\\_Polgar-Laszlo-Partnerseg-az-epitmenyek-megvalositasaban.pdf](http://beton.hu/wp/wp-content/uploads/2017/10/3_Polgar-Laszlo-Partnerseg-az-epitmenyek-megvalositasaban.pdf)

*Új trendek, az építőipar válasza a szakemberhiányra - 2019 ...*

<http://www.betonujsg.hu/lapszamok/cikk/2166/uj-trendek-az-epitoipar-valasza-a-szakemberhianyra>

*Vasbeton födéme a 21. században - 2018. június, XXVI ...*

<http://www.betonujsg.hu/lapszamok/cikk/2062/vasbeton-foedemek-a-21-szazadban>

*Shaping the Future of Construction Insights to redesign the industry*

[http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_Shaping\\_Future\\_Construction.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_Shaping_Future_Construction.pdf)

*Imagining construction's digital future*

<https://www.mckinsey.com/industries/capital-projects-and-infrastructure/our-insights/imagining-constructions-digital-future>