



European
Commission



KÉZIKÖNYV

DIGITÁLIS ÉRETTSÉGI NÖVEKEDÉS AZ ÉPÍTŐIPARI KKV-K SZÁMÁRA



TARTALOM

BEVEZETÉS 5

1. FEJEZET

DIGITÁLIS ÁTALAKÍTÁSI STRATÉGIA 6

Előnyök	a
kkv-k	számára 7
Végrehajtás	7
Beruházási költségek	8

2. FEJEZET

A DIGITÁLIS FOLYAMATOK FELÉ 10

Előnyök	a
kkv-k	számára 11
Végrehajtás	11
Beruházási költségek	11

3. FEJEZET

A DIGITÁLIS VÁLLALATI KULTÚRA FELÉ 13

Előnyök	a
kkv-k	számára 14
Végrehajtás	14
Beruházási költségek	15

4. FEJEZET

ÉPÜLETINFORMÁCIÓS MODELL/MODELLEZÉS (BIM) 16

Előnyök	a
kkv-k	számára 17
Fő alkalmazási területek	18
Végrehajtás	18
Beruházási költségek	20

5. FEJEZET

3D NYOMTATÁS AZ ÉPÍTŐIPARBAN**22**

Előnyök	a
kkv-k	számára 23
Fő alkalmazási területek.....	25
Végrehajtás	28
Beruházási költségek	28

6. FEJEZET

ROBOTIKA AZ ÉPÍTŐIPARBAN**30**

Előnyök a kkv-k számára	31
Fő alkalmazásoka. r. e. g. s.....	31
Végrehajtás	31
Beruházási költségek	32
.....	33

7. FEJEZET

3D SZKENNELÉS AZ ÉPÍTŐIPARBAN**34**

Előnyök a kkv-k számára	36
Fő alkalmazási területek.....	37
Végrehajtás	39
Beruházási költségek.....	39

8. FEJEZET

DRÓNOK AZ ÉPÍTŐIPARBAN**40**

Előnyök a kkv-k számára	41
Fő alkalmazási területek.....	41
Végrehajtás	42
Beruházási költségek.....	42

9

ALCÍM

ÉRZÉKELŐK AZ ÉPÍTŐIPARBAN**44**

Előnyök a kkv-k számára	45
Fő alkalmazási területek.....	45
Végrehajtás	47
Beruházási költségek	47

10. FEJEZET

IOT ÉS MOBIL ESZKÖZÖK AZ ÉPÍTŐIPARBAN**48**

Előnyök a kkv-k számára	49
Fő alkalmazási területek.....	49
Végrehajtás	50
Beruházási költségek.....	50

1. MELLÉKLET HÁLÓZATOK ÉS KEZDEMÉNYEZÉSEK WHO	51
TANÁCSÉRT LEHET FORDULNI	
2. MELLÉKLET DIGITÁLIS STRATÉGIA VÁSZON	51
VÉGJEGYZETEK	53

BETŰSZAVAK LISTÁJA

..3D	Háromdimenziós
. .AI	Mesterséges intelligencia
Ar	Kiterjesztett valóság
Bim	Épületinformációs modell / modellezés
Fajankó	Számítógéppel segített tervezés
DIH	Digitális Innovációs Központ
Edi	Elektronikus adatcsere
Erp	Vállalati erőforrás-tervezés
GDPR	Általános adatvédelmi rendelet
HVAC	Fűtés, szellőzés és légkondicionálás
IoT	A dolgok internete
Lidar	Fényérzékelés és távolságtartás
Mep	Mechanikus, elektromos és vízvezeték
Minőségügyi tájékoztató	Mennyiség felszállás
RFID	Rádiófrekvenciás azonosítás
Kkv-nak	Kis-középvállalkozás
STCR	Egyfeladatos építőipari robot
UAV	Pilóta nélküli légi jármű
UWB	Ultraszéles sáv
Vr	Virtuális valóság

BEVEZETÉS

E kézikönyv célja, hogy lehetővé tegye az európai építőipari kkv-k digitalizálását. A kézikönyv 4 dimenziót ölel fel:

1. **A digitális innovációs stratégia:** ez a kkv-k digitális átalakulási ütemtervét érinti.
2. **A digitális folyamatok:** ez a dimenzió a belső vállalati folyamatok digitalizálására összpontosít, például a finanszírozásra, a fogyasztói kapcsolatokra stb.
3. **A digitális ökoszisztéma és kultúra:** ez a szervezeten belüli alkalmazottakra és a digitális átalakulásban betöltött szerepükre vonatkozik .
4. **A digitális technológia támogatója:** ezek azok a technológiák, amelyeket az Európai Bizottság számára korábban a **study** alapján az építőipari kkv-k számára relevánsnak jelöltek ki. Ezek a technológiák 1. Épületinformációs modellezés (BIM), 2. 3D nyomtatás, 3. automatizált robotok (beleértve az exoskeletonokat is), 4. drónok, 5. 3D szkennelés, 6. érzékelők, és 7. Eszközök internete (IoT) és mobil eszközök.

Jogi nyilatkozat: Kérjük, vegye figyelembe, hogy ez a kézikönyv több információforrásra mutató külső hivatkozásokat tartalmaz, amelyeket kizárólag tájékoztató jelleggel tüntettek fel, hogy példákat mutassanak be a technológiákra és termékekre, valamint további olvasmányok forrásait . Ehhez az itt szereplő információk az adott felhasználási esetre, kereskedelmi termékre, folyamatra vagy szolgáltatásra, illetve bármely kereskedelmi, cég- vagy vállalatnév használatára vonatkozóan nem kerülnek felhasználásra nem jelenti azt, hogy az Európai Bizottság vagy e kézikönyv szerzői jóváhagyják, ajánlják vagy támogatják annak támogatását, ajánlását vagy előnyben részesítését. Ezenkívül az Európai Bizottság és a szerzők nem vállalnak felelősséget a külső linkek jellegéért, tartalmáért, megbízhatóságáért és elérhetőségéért.

1. FEJEZET

DIGITÁLIS ÁTALAKÍTÁSI STRATÉGIA

A digitális átalakítási stratégia ütemtervnek tekinthető a digitális technológiák bevezetésére az üzleti szempontok javítása érdekében, például a működési költségek csökkentése, a minőség javítása, a hatékonyság növelése stb. érdekében.¹ E fejezet további részében ütemtervnek nevezzük. Az ütemterv gyakran rövid távú, középtávú és hosszú távú célokból áll, hogy a jelenlegi, gyakran "manuális" állapottól a kívánt "digitalizált" állapot felé mozduljanak el. Egy ilyen ütemterv úgy tekinthető, mint azok a lépések, amelyeket meg kell tenni a kívánt állapot felé. Ezeket a lépéseket részletesebben az implementációs és végrehajtási szakaszokról szóló részben ismertetjük.





Előnyök egy kkv-k számára

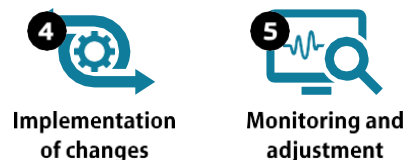
A digitális átalakítási stratégia egy következő előnnyel jár a szervezet számára :

1. Lehetővé teszi egy szervezet számára , hogy jól átgondolt döntéseken alapú változtatásokat hajtson végre.
2. Lehetővé teszi vállalata számára , hogy rangsorolja, hogy mit kell először tenni , és mi a második, és így felismerje a potenciálisan alacsonyan lógó gyümölcsöket.
3. Lehetőséget nyújt egy költségek és az előnyök összehasonlítására egy döntések meghozatala előtt.

Development stages



Execution stages



1. ábra: Az ütemterv fejlesztési és végrehajtási szakaszai



Végrehajtás

Az ütemterv kidolgozása és végrehajtása a következő szakaszból áll (lásd: 1 . ábra):

Fejlesztési szakaszok:

1. Az első szakasz arra kéri Önt, hogy határozza meg a változás lehetőségét, valamint a kapcsolódó költségeket és hasznokat, hogy megfelelő döntéseket hozhasson, és rangsorolhassa, hogy mit kell először tennie.
2. A második szakasz egy jövőkép létrehozását igényli, amely arra kéri Önt, hogy határozza meg, hová szeretne menni a vállalatával, hogy bevonja a menedzsmentment-t és kommunikálja a **változás** szükségességét.
3. A harmadik szakasz növeli az elkötelezettséget azáltal, hogy bevonja a munkaerőt a változás megtervezésébe és a költségek és hasznok érvényesítésébe.

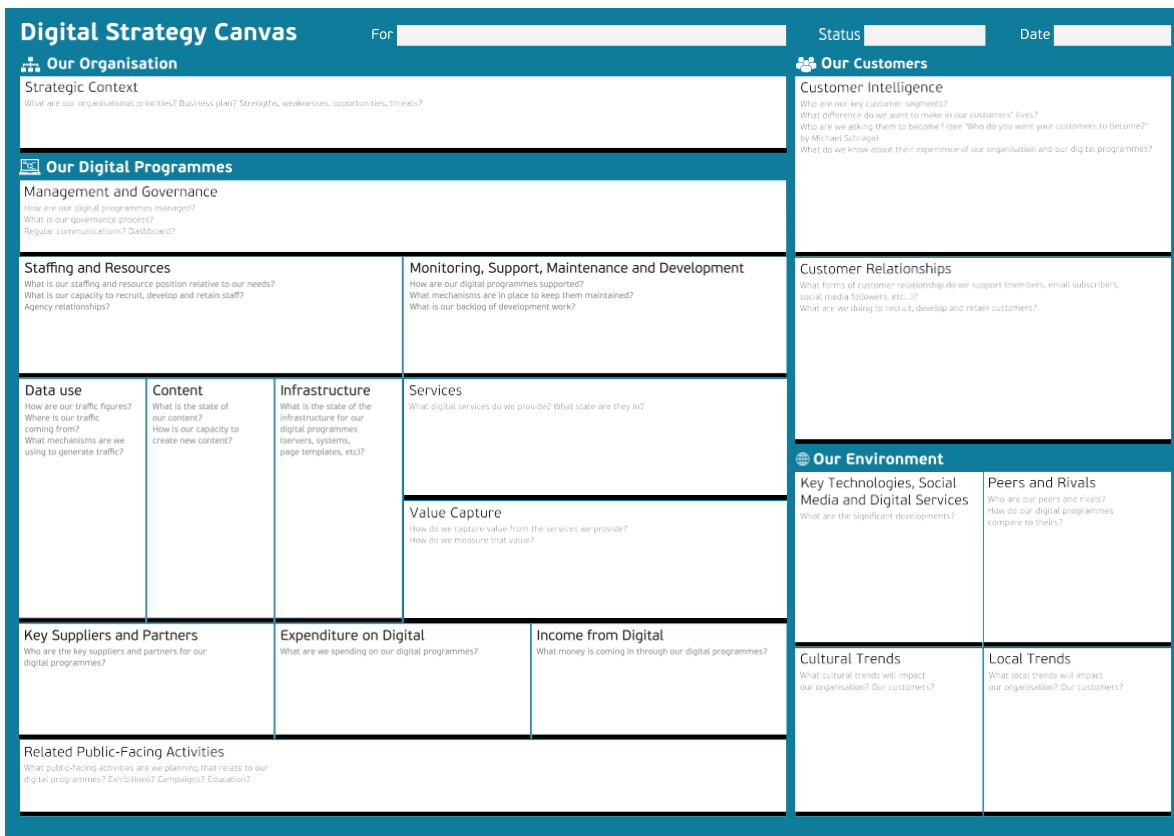
Végrehajtási szakaszok:

4. A negyedik szakasz a változás végrehajtása, ez a szakasz **olyan** tevékenységeket foglal magában, mint a **személyzet** képzése, az új technológiák alkalmazása és a munkafolyamatok megváltoztatása.
5. Az ötödik szakasz az előrehaladás nyomon követése az előnyök feltárása, az ezzel kapcsolatos kommunikáció és **szükség** esetén korrekciós intézkedések meghozatala érdekében.

Mi a megfelelő eszköz a terv kidolgozásához?

Az ütemterv kidolgozásának hatékony eszköze a digitális stratégiai vászon (lásd a 2. ábrát), amely megköveteli, hogy válaszoljon a following kérdéskészletre:

1. Miért akarja digitálisan átalakítani a szervezetet/mi a célja?
2. Melyek azok a tevékenységek, amelyeket digitálisan **át szeretne alakítani**?
3. Kik az érintett emberek, és hogyan érintik **az** Ön ügyfeleit, dolgozóit vagy más célcsoportjait az átalakulás?
4. Mi az idővonalad? Mikor szeretné digitálisan átalakítani mely tevékenységeket?
5. Ki melyik tevékenységért felelős?
6. Hogyan szeretné **ezt** megvalósítani? Milyen lépésekre van szükség?
7. Melyek az Ön fő teljesítménymutatók , amelyek alapján nyomon követheti digitális átalakulásának előrehaladását ?



2. ábra: Digitális stratégia Canvas³ (a teljes változatot lásd a 2. mellékletben)



Beruházási költségek

Az Az eltöltött idő mellette minden szervezet ingyenesen kidolgozhatja ütemtervét . Lehet azonban, hogy több értelme furgon külső támogatást igénybe venni, hogy segítsen egy terv kidolgozásában. Ebben az esetben egy tanácsadó céghez vagy BIM tanácsadóhoz fordulhat támogatásért. Különösen az Európai Digitális Innovációs Központok, az Enterprise Európa Hálózat [https://s3plataz Ön](https://s3plataz Ön régiójában) régiójában vagy országában működő form.jrc.ec.europa.eu/digital-innovation-hubs-tool, klaszterszervezetek vagy ágazati szövetségek segíthetnek Önnek ebben a tekintetben. A költségek egy kérelem típusától és egy tanácsadó által eltöltendő órák számától függenek. Ezért fontos lesz előzetesen árajánlatot kérni, hogy elkerüljük egy kellemetlen költségmeglepetéseket.

További olvasmányok témái

Európai digitális innovációs központok:

Egy weboldal, amely áttekintést nyújt, beleértve a technológiát, az ágazatot és az összes európai digitális innovációs központ helyét. <https://s3platform.jrc.ec.europa.eu/digital-innovation-hubs-tool>

Enterprise Europe Network hálózat:

<https://een.ec.europa.eu/>

Európai Klaszter-együtműködési Platform:

<https://reporting.clustercollaboration.eu/>

Digitális stratégia:

Egy blog, amely leírja a digitális átalakulással kapcsolatos vállalati stratégia kiépítésének legfontosabb lépéseit. Nancy White, *Egy hatékony digitális átalakítási stratégia 7 tetele*, PTC. (2021 . szeptember 7.),

<https://www.ptc.com/en/blogs/corporate/digital-transformation-strategy#:~:text=A%20digital%20transformation%20stratégia%20is,2C%20a%20broad%20business%20strategy>

Az építőipari szervezetek digitális átalakulása:

Egy tanulmány, amely az építőipari vállalatok digitális átalakulásának különböző megközelítéseit mutatja be. Vadim Koscheyev, Viktoriya Rappog & Viktoriya Vinogradova, *Építőipari szervezetek digitális átalakulása*, IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng. (2019. április 2.)

<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/497/1/012010>

A digitális átalakulást ösztönző iparági trendek:

Infografika, amely bemutatja az építőipar digitális átalakulását hajtó fő trendeket. Stephen Danos, 5 építőipari trend, amely a digitális átalakulást ösztönzi , intelligens lap.

<https://www.smartsheet.com/content-center/executive-center/digital-transformation/5-construction-industry-trends-vezetés-digitális-transzformáció-infografika>

2. FEJEZET

A DIGITÁLIS FOLYAMATOK FELÉ

A digitális technológiák felhasználhatók az olyan folyamatok hatékonyabbá, produktívabbá és jövedelmezőbbé tételére, mint az ügyfelekkel való kapcsolatfelvétel, a megrendelések és számlák megosztása, miközben nagyobb ügyfél-elégedettséget érnek el.⁴ Ebben a fejezetben különösen az olyan másodlagos proc esse-kre összpontosítunk, mint aHR, a marketing, az értékteremtés és a szállítás és a pénzügyek. Az elsődleges építési folyamatokkal a robotikáról, a BIM-ről és az öt másik technológiáról szóló technikai fejezetek foglalkoznak.

A belső folyamatok digitalizálásának egyik eszköze a vállalati erőforrás-tervezési (ERP⁵) rendszer. Az ERP olyan szoftver, amelyet a vállalkozások alkalmaznak napi működésük üzleti teljesítményének működtetésére és figyelemmel kísérésére. Az ERP márkákra példa az SAP, az Oracle, a Microsoft, az IFS, a Sage és az Epicor. Fontos jellemzők például a ⁶:

Automatizálás : Automatizálja a napi feladatokat, beleértve a rendelésbevitelt, a bérszámfejtést, a könyvelést, a számlázást, a jelentéskészítést és így tovább.

Adatelemzés: Mivel egy ERP rendszer már gyűjti és feldolgozza az összes vállalkozás adatait egy vállalat funkciói, érdemes ezt az információt az adatalemzés alapján hasznosítani .

Nyomon követés és láthatóság: Az ERP-megoldások egyik legjelentősebb aspektusa az, hogy képesek átfogó láthatóságot biztosítani. Például az ügyfelekre vagy a beszállítókra vonatkozóan (pl. a termékek és anyagok nyomon követése terén).

Az üzleti információk vállalatok közötti cseréjéhez (az építési értékláncon belül) elektronikus adatszere (EDI) alkalmazható. Az EDI az üzleti információk szabványosított formátumon alapuló elektronikus cseréje ; olyan folyamat, amely lehetővé teszi az egyik vállalat számára , hogy papír helyett elektronikus úton küldjön információt egy másik vállalatnak. ⁷ Az EDI-n keresztül cserélhető üzleti információk gyakori példái közé tartoznak a beszerzési rendelések (EDI 850), a szállítási állapotok (EDI 214), a számlák vámadatai, a fizetési visszaigazolások (EDI 820) és a készletdokumentumok. ⁸ Az EDI-rendszerek különféle szabványokat használnak a különböző- ionokhoz, felhasználási esetekhez és iparágakhoz. Az EDI-szabványok különböző verziójúak, ezért az EDI-partnereknek ugyanazt a szabványt és verziót kell használniuk az adatok megfelelő cseréjéhez. Ma számos EDI szabványt használnak, köztük az ANSI, az EDIFACT, a TRADACOMS és az ebXML. ^{9-én}

Különböző helyszíni és kívüli szoftverek és mobilalkalmazások állnak rendelkezésre a piacon az építőipari projektmenedzsment számára. Ezek segíthetnek a tevékenységek és erőforrások megtervezésében, a tevékenységek és felelősségek hozzárendelésében, valamint az irányítópultok számára a feladatok áttekintésében. Néhány példa: Monday.com¹⁰ és Fieldwire¹¹. Azoknak a becslőknek és mennyiségmérőknek, akik közvetlenül a digitális tervfájlaikból (akár 2D rajzból, akár 3D modellekből) szeretnék mennyiségi felszállásokat használni , vannak olyan speciális szoftverek, mint az iTWO costX¹², Edificius¹³ és eTakeoff¹⁴. A helyszíni mérnökök és az építkezés személyzete számára , akik közvetlen digitális hozzáférést szeretnék biztosítani a tervezés legújabb szakaszához, több mainstream is az alkalmazások megkönnyítik az ilyen hozzáférést. Ilyen például a Trimble Field Solutions¹⁵, az Autodesk Construction Cloud¹⁶ és a Dalux BIM Viewer¹⁷.



Előnyök a kkv-k számára

A digitalizációs folyamatoknak számos előnye van, az alábbiakban felsoroljuk a következő¹⁸-at:

Előnyök a saját szervezet számára:

1. **Jobb hatékonyság:** A vállalati erőforrás-tervezési (ERP) rendszer üzleti műveletekbe való bevezetésének egyik legnagyobb előnye a hatékonyság javítása. Az adatok folyamatos áramlása a szervezetben belül időt, pénzt és erőforrásokat takaríthat meg. Az ERP integrált és folyamatosan frissített áttekintést nyújt az üzleti folyamatokról az adatbázis-kezelő rendszer által fenntartott common adatbázisok felhasználásával. Az ERP-rendszerek nyomon követik például az olyan üzleti erőforrásokat, mint a készpénz, a nyersanyagok, a termelési kapacitás - és az üzleti kötelezettségvállalások állapota: az értékesítés, a beszerzési rendelések és a bérszámfejtés.
2. **Fokozott átláthatóság:** Az ERP szoftver fényesebb fényt vet a jelenlegi folyamatokra is, segítve azonosítani azokat a trendeket és mintákat, amelyeket egy vállalat egyébként nem látott volna. Az a képesség, hogy valós időben mélyebben belemerülhet a napi adatokba, lehetővé teszi, hogy folyamatosan összpontosítson az üzlet minden olyan aspektusára, amely a kerekeket forgatja.
3. **Költségmegtakarítás:** Az üzleti folyamatok digitális átalakulása időt és pénzt takarít meg szervezetének a hatékonyabb folyamatok integrálásával és a problémák gyorsabb azonosításával.
4. **Bevételnövekedés:** Az üzleti tevékenység különböző aspektusainak átláthatóságának javításával az alkalmazottak és a menedzsment javíthatják bevált gyakorlataikat, és növelhetik a bevételeket a mintafelismerés, a trendek értékelése és az adatvezérelt lehetőségek tökécsítése révén.
5. **Változó üzleti modellek:** Sok ERP-rendszert bevezető vállalat új üzletágak megnyitását tapasztalta, például új szolgáltatások révén. Például egy megbízható ERP-rendszer hozzáadása, amely nyomon követi az anyagok készletét és az értékesítést, megnyitja az ajtót a jobb és megbízhatóbb e-kereskedelem előtt, segítve a vállalat elérhetőségének növekedését és optimalizálását.

Előnyök az ügyfelek számára:

6. **Jobb ügyfélélmény:** A szervezet számára korábban említett különféle előnyök szintén az ügyfél javát szolgálják. A rendszer nagyobb átláthatóságának köszönhetően jobb áttekintés áll rendelkezésre például az építési tevékenységek megtervezéséhez szükséges anyagok rendelkezésre állásáról. Ez megkönnyíti az ügyfél tájékoztatását az ütemtervről, és azonosítja az esetleges késéseket vagy szűk keresztmetszeteket. Ezenkívül a költségmegtakarítás hozzájárulhat az ügyfél alacsonyabb áraihoz.



Végrehajtás

Az üzleti folyamatok digitalizálása érdekében a következő végrehajtási szakaszoknak kell megfelelniük a¹⁹. pontnak:

1. **Felfedezés és tervezés:** Mivel minden kkv más és más követelményekkel rendelkezik, az első szakasz magában foglalja a megoldás kutatását és kiválasztását, valamint a részletes követelmények meghatározását.

Ebben a fázisban egy vállalat már kiválaszthat és beszerezhet egy ERP-rendszert, mivel a szervezet világos képet alkot a követelményeiről. Az egyik fő döntés az, hogy olyan ERP-rendszert használjon-e, amely a helyszínen vagy a felhőben fut. Helyszíni rendszer esetén hardvert és

szoftvert kell vásárolnia és telepítenie a szervezet adatközpontjában. Ezzel szemben a felhőalapú ERP-t általában az interneten keresztül elérhető előfizetési szolgáltatásként nyújtják. A felhőrendszer előnye, hogy könnyen használható, és az adatok elvesztésének kockázata sokkal alacsonyabb. A felhőrendszer kiválasztásakor azonban

fontos ellenőrizni az adatszuverenitás megszervezésének módját; más szóval, meg kell válaszolni az arra vonatkozó kérdéseket, hogy ki férhet hozzá az Ön adataihoz a szervezeten kívül, ki használhatja fel az adatait, és könnyen áthelyezheti-e az adatokat egy másik felhőrendszerbe (az adathordozhatóságba) magas költségek nélkül?

Ha a szervezetnek nincs tapasztalata az ERP system-mel kapcsolatban, fontos, hogy tanácsot kérjen, hogy elkerülje egy olyan rendszer megvásárlását, amely túl fejlett, bonyolult vagy túl drága a szervezet követelményeinek megfelelően. Gyakran egy egyszerűbb megoldás jobb lehet, először is, mielőtt áttérne a bonyolultabb rendszerekre.

- 2. Tervezés:** A tervezési fázis a **részletes követelményekre²⁰** és a jelenlegi munkafolyamatok megértésére épül, hogy részletes tervet dolgozzon ki az új ERP-rendszerhez. Ez magában foglalja az új, hatékonyabb munkafolyamatok és egyéb üzleti folyamatok tervezését

amelyek kihasználják a rendszer előnyeit. A réselemzés felhasználható a folyamat bonyolultságának és az egyedi problémáknak az azonosítására, amelyek szükségessé tehetik az ERP szoftver testreszabását vagy a munkafolyamat vagy a folyamatok módosítását, hogy jobban igazodjanak magához az ERP rendszerhez.

3. **Fejlesztés:** Ha már egyértelmű tervezési követelményekkel rendelkezik, folytathatja a fejlesztési fázist. Ez magában foglalja a szoftver konfigurálását és szükség esetén testreszabását az újratervezett folyamatok támogatása érdekében.

Ezzel párhuzamosan fontos, hogy olyan képzési anyagokat fejlesszen ki, amelyek segítenek alkalmazottainak alkalmazkodni az új system-hez. A vállalatnak el kell kezdenie az adatáttelepítés vagy a manuális információk (pl. jegyzetek) digitalizálásának tervezését is. Ez összetett lehet, mivel gyakran magában foglalja az adatok kinyerését, átalakítását és betöltését több helyről, amelyek mindegyike használhat differenciált formátumokat, és ismétlődő vagy következtelen információkat tartalmazhat.

4. **Tesztelés:** A szoftver alapvető funkcióinak tesztelését a rendszer teljes képességeinek szigorú tesztelésének kell követnie, beleértve azt is, hogy egyes alkalmazottak tesztelhesék a rendszert

minden mindennapi tevékenységüket. Ennek a fázisnak magában kell foglalnia az áttelepített adatok tesztelését is, és magában kell foglalnia a végfelhasználói képzés bevezető képzését is.

5. **Telepítés:** A rendszer élesedésének napján készüljön fel a lehetséges problémákra, mivel sok mozgó alkatrész és esetleg néhány alkalmazott is további támogatást igényelhet, annak ellenére, hogy minden erőfeszítést megtesz annak ellenére, hogy minden erőfeszítést megtesz annak érdekében, hogy felkészítsék őket a változásra. Egyes adatok az üzembe helyezés előtt áttelepíthetők, míg más információkat - például az aktuális tranzakciókat - közvetlenül az éles üzembe helyezés előtt át kell migrálni.
6. **Nyomon követés:** A rendszer használata közben fontos, hogy az uct monitoringtevékenységeket összefogják a korrekciós intézkedéseket igénylő előnyök és lehetséges problémák felderítése érdekében.
7. **Támogatás & Frissítések:** Ha a vállalat helyszíni ERP-rendszerrel rendelkezik, rendszeres szoftverfrissítéseket telepíthet, és idővel akár frissítenie is kell a hardvert. Felhőalapú ERP-rendszer használata esetén a szállító automatikusan frissítheti a szoftvert.

Az ERP-projekt megvalósítása 6 hónaptól 2 évig tart.^{21-ről}



Beruházási költségek

Az ERP-árazás számos tényező miatt nagyon eltérő, beleértve az egyidejű felhasználók számát, a további modulokat, a megvalósítási költségeket, a folyamatos karbantartást, a méretezhetőséget és a képzést.²² Egyes tervek havonta körülbelül 19 euróért érhetők el, míg mások havi 4750 euróba kerülnek. Egy tulajdonjog alatt várhatóan 23 750 és 142 500 euró közötti összeget fektet be egy kisvállalkozása ERP-rendszerébe.^{23,24} Legyen tisztában a rejtett díjakkal, amelyek az ERP szoftvert a szükségesnél sokkal drágábbá tehetik.²⁵ A legtöbb ingyenesen kínált ERP-megoldás inkább a szolgáltatások bemutatására szolgál, mentsem állandó megoldásra.^{26-ből}

További olvasmányok témái

ERP jellemzők:

Egy blogbejegyzés, amely áttekintést nyújt az ERP rendszer legfontosabb jellemzőiről, amelyek útmutatást nyújtanak a döntéshozóknak a vállalkozásukhoz megfelelő ERP szoftvermegoldás kiválasztásában.

Payal Tikait, *ERP jellemzők és képességek: A legfontosabbak áttekintése*, (SelectHub.com),
<https://www.selecthub.com/enterprise-resource-planning/erp-capabilities-list/>

Edi

Egy weboldal, amely elmagyarázza az EDI funkcióit és

működését. *Mi az elektronikus adatcsere (EDI)?* , (IBM.com)_
<https://www.ibm.com/topics/edi-electronic-data-interchange>

3. FEJEZET

A DIGITÁLIS VÁLLALATI KULTÚRA FELÉ

A digitális kultúra az emberek és az általuk használt digitális technológia közötti kölcsönhatásra vonatkozik, hogy gyorsabban reagáljanak az ügyfelek igényeire a versenyelőny és a szervezeten belüli értékteremtés érdekében . A digitális átalakulás megmutatta, hogy a kulturális és viselkedésbeli kihívások a sikeres átalakulás elsődleges akadályai lehetnek.

Gyakran az átalakításokat felülről lefelé vezetik be, de aztán az alkalmazottak nem veszik fel, ami ahhoz vezet, hogy a beruházások csak egy költségtényező, és az előző fejezetekben említett összes előnyt nem érik el (pl. A robotokat nem használják because a munkavállalók nem akarnak velük dolgozni, mivel nem látják a hozzáadott értéket). Ez azt jelenti, hogy nagyon fontos, hogy ne csak a digitális átalakulás technikai oldalára összpontosítsunk, hanem a társadalmi és emberi oldalra is. Ez elvezet a kultúra javításának kérdéséhez, és ezáltal a digitális átalakulás sikerének valószínűségének növeléséhez.



Előnyök egy kkv-k számára

Egy digitális kkv-kultúra előnyei fvaigy az Ön szervezete Are²⁷:

- **Az Az innováció ösztönzése** - a digitális vállalati kultúra lehetővé teszi egy szervezetek számára, hogy olyan munkahelyet teremtsenek, amely arra ösztönzi az alkalmazottakat, hogy új dolgokat próbáljanak ki, egyen javítja egy munkaerő tanulását .
- **Egy tehetségek vonzása** - a fiatalabb generációk gyakran már nem akarnak hagyományos 9-5 éves környezetben dolgozni. Egy olyan digitális kultúra részesei akarnak lenni, amely lehetővé teszi az együttműködésen alapuló rugalmasabb, és autonómabb munkahelyet. Emellett növeli az alkalmazottak elkötelezettségét, lehetővé téve az m számára, hogy megosszák véleményüket és hatást kultúrájuk.



Végrehajtás

Ahhoz, hogy vállalata kultúráját digitális vállalati kultúrává alakítsa, négy alapelve van szükség²⁸:

1. **A helyes gondolkodásmód:** Ez azt jelenti, hogy megköveteli a vállalaton belüli alkalmazottaktól, hogy szeretnek megismerkedni és elkezdni használni a modernebb digitális koncepciókat - amit gyakran "induló gondolkodásmódnak" neveznek.

Hacsak az alkalmazottak nem kezdik el tesztelés, elfogadás és kihívások elé állítása

digitális technológiák, nem valószínű, hogy megszerzi a labdát

a helyes irányba gurulva. Emellett az is fontos, hogy felelősségi köröket jelöljünk ki annak biztosítása érdekében, hogy a szükséges átalakítási lépések megtörténjenek.

2. **A megfelelő eszközkészlet:** Miután a vállalat alkalmazottait bevonta és a megfelelő gondolkodásmóddal alapozta meg, gondoskodnia kell arról, hogy rendelkezzenek a megfelelő modern, együttműködő, könnyű és hatékony eszközökkel a digitális kultúra lehetővé tételéhez. Az online keresés különféle digitális eszközöket eredményez, amelyeket a vállalatok felhasználhatnak üzleti tevékenységük gyors, viszonylag alacsony költségek melletti megalapozására, például okostelefonokat és iPadeket, de olyan webhelyeket is, amelyek alkalmazásokat biztosítanak az építési tartományhoz. A legtöbb nagy szoftvergyártó már kifejlesztette vagy fejleszti szoftveralkalmazásainak mobilalkalmazás-verzióit (pl. építésmenedzsmenthez). Kivételt képeznek például a számítógéppel segített tervezés (CAD) szoftverek és más rajz-, modellezési vagy visual programozási alkalmazások, amelyek még mindig megfelelő munkaterületet (képernyő, egér, billentyűzet) és nagyobb feldolgozási teljesítményt igényelnek, mint amit egy mobilkészlet kínálhat.
3. **A helyes viselkedés:** Ez az a pont, ahol a kerekék könnyen leeshetnek - ha az alkalmazottak nincsenek felkészülve arra,

a digitális átalakulás hamarosan megtorpan. A sikertelen átalakulás fő hozzájárulói közé tartoznak a szokásos változáskezelési akadályok: a részvétel hiánya, a vállalati csapatok közötti összehangolt ösztönzők hiánya és az új megközelítéstől való félelem vagy elutasítás, vagy egyszerűen a meglévő folyamatok és eljárások eredendő húzása s. Ehhez a vezetőknek nemcsak a változás ösztönzésében és az akadályok feloldásában kell segíteniük, hanem kitartásukat és útkorrekciójukat is megkívánják ahhoz, hogy hatékonyan

egy új kulturális változás fenntartása és beágyazása. Vezető

hogy a megfelelő viselkedést modellezzék, és a szükséges változtatás támogatása érdekében a

ez a változás túlmutat a saját szervezeten, mivel készen áll arra, hogy jobban együttműködjön a szervezet körüli szélesebb körű digitális ökoszisztémával, és elengedje azokat a szolgáltatásokat, amelyeket hagyományosan házon belüli kompetenciának tekinthettek a gyorsabb, gyorsabban mozgó külső megoldások elfogadására, amelyek nagyobb hatékonyságot eredményeznek.

4. **A megfelelő visszacsatolási hurkok:** A big data és a kialakulóban lévő gépi tanulási algoritmusok új **betekintést** nyújtanak, de alapos megítélést is igényelnek arról, hogy az eredmények elfogulatlanok és etikusak-e, és növelik az ápolási kötelezettséget ezekkel az adatokkal készleteket állít fel, hogy elkerülje a kiberbiztonsági vagy adatvédelmi kockázatok növekedését. Az üzleti vezetőknek és az alkalmazottaknak össze kell gyűjteniük digitális kísérleteik **resultátusait**, és tanulniuk **kell** tőlük, vissza kell juttatniuk őket a **változás** következő ciklusába, ugyanakkor **kihívást** kell jelenteniük, hogy ezek a digitális átalakulási erőfeszítések a legjobb érdekeket szolgálják-e valamennyi érdekelt fél körében, valamint azt, hogy fenntartják-e az összhangot a vállalat kulturális és üzleti értékeivel. Ahhoz, **hogyan** ez megtörténjen, a reflexió és a csere pillanatait úgy kell ütemezni, hogy ösztönözzék a visszacsatolási hurkokat és azok hatékony használatát.



Beruházási költségek

A vállalati kultúra digitális vállalati kultúrára való átállása a változásmenedzsment egyik formája. Fontos megérteni a változásmenedzsment kumulatív költségeit. Sok költség rejtve lehet. Hozzóvétel, egy változásmenedzsmenttel **kapcsolatos költségek** többsége ^{29-ig} késik:

- **Kommunikáció** - nyíltan és gyakran elmagyarázza, miért **szükség** egy változásra. Bizonyos esetekben egy formális PR-stratégia segíthet az alkalmazottak, az ügyfelek és egy beszállítók tájékoztatásában.
- **Márkaépítés** - bizonyos esetekben szükség lehet rá és hasznos lehet, hogy tükrözze egy vállalat márkajelzésében **bekövetkezett** szervezeti változást.
- **Képzés** - a munkavállalóknak képzési és támogatási programokra van szükségük, **amelyek** segítenek nekik alkalmazkodni a szervezeti változásokhoz **ÉS** az új üzleti gyakorlatokhoz.
- **Források** - .pl. az időráfordítás, valamint az új technológiák és infrastruktúra költségei (további részletek lásd egy technológiai fejezeteket).
- **Szerkezetátalakítás** - .pl. **egy** személyzetnek fizetett végkielégítések vagy az új üzlethelyiségekbe való áthelyezés költségei.



3. ábra : Digitális kultúra

További olvasmányok témái

Szoftverek és mobilalkalmazások az építési területhez:

Egy olyan weboldal, amely széles körű áttekintést nyújt az építőiparban használt szoftverekről és mobilalkalmazásokról azzal a céllal, hogy segítsen a vállalkozásoknak megtalálni az üzleti céljaiknak megfelelő szoftvert .

Legjobb építőipari alkalmazások - 2022 Vélemények, Árak & Demók, (softwareadvice.com) <https://www.softwareadvice.com/construction/best-apps-comparison/>

Mobilalkalmazások építészeknek:

Egy cikk, amely számos mobilalkalmazást és azok előnyeit sorolja fel az építészek számára. James Ocean, *A legjobb architektúraalkalmazások iPad Pro-ra, iPhone-ra és más eszközökre 2021-ben,* (revizto.com) <https://revizto.com/en/architecture-apps-iphone-ipad-pro/>

Digitális kultúra

Egy cikk, amely leírja a digitális kultúra jelenségét, előnyeit és a digitális kultúra létrehozásának lépéseit egy szervezetben.

Mi az a digitális kultúra? , (GDSGroup.com) <https://gdsgroup.com/insights/it/what-is-digital-culture/#:~:text=Encourages%20innovation%20%E2%80%93%20digitális%20kultúra%20netables,in%20a%209%2D5%20környezet>

A vállalkozások digitális kultúrájának fejlesztése:

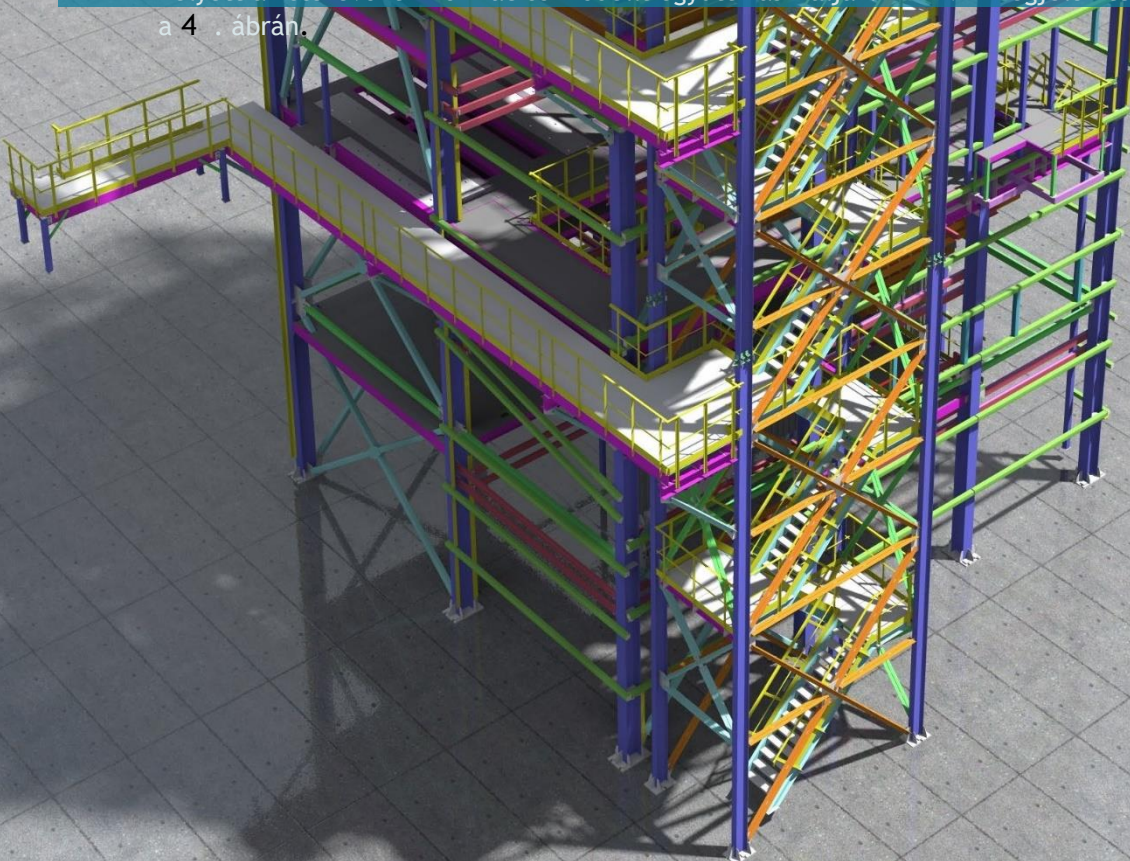
Egy cikk, amely leírja a digitális kultúra vállalkozásként való elfogadásához szükséges fő elveket. Peter Jarrett, *Egy vállalkozás digitális kultúrájának fejlesztése,* (Medium.com) https://medium.com/@Peter_Jarrett/developing-the-digital-culture-of-a-business-9cde0e3ae3c

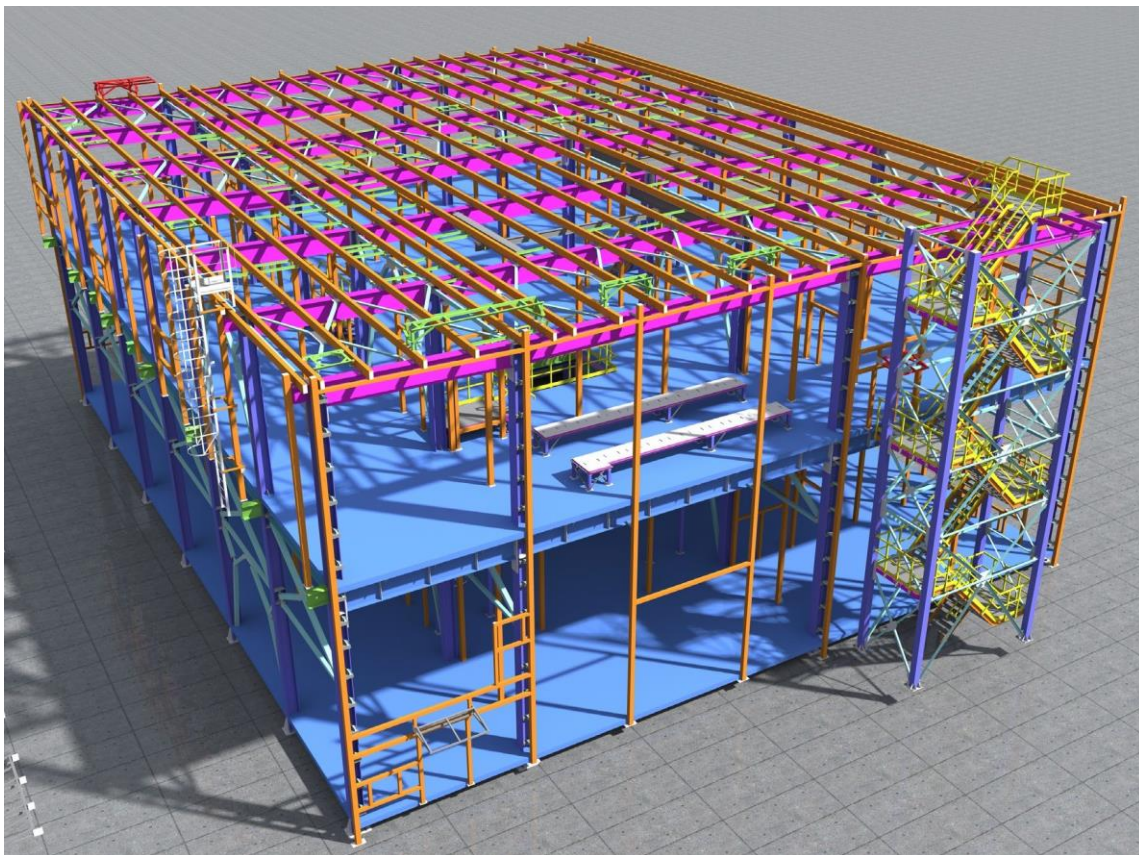
4. FEJEZET

ÉPÜLETINFORMÁCIÓS MODELL/MODELLEZÉS (BIM)

A BIM az "Épületinformációs modell" rövidítése. A BIM nem csupán technológiai változás, hanem folyamatváltás is. A BIM nemcsak az építési rajzok és vizualizációk létrehozásának módját változtatja meg, hanem drámaian megváltoztatja az épület megépítésében részt vevő összes kulcsfontosságú folyamatot is, például azt, hogy több csapattag hogyan működik együtt egy tervezés, mind egyetlen tudományágon belül, mind több tudományágon belül; az épület építésének módja, beleértve a különböző alkatrészek alvállalkozók általi gyártását; és az építési létesítmény üzemeltetésének és karbantartásának módját az építés után.^{30-an}

"Modellként" a BIM egy épület vagy épületrész háromdimenziós (3D) modelljéhez kapcsolódik. A BIM "modell" objektumokból (például padlókból, ajtókból és egyéb épületelemekből) áll, ahelyett, hogy vonalakkal és hálókkal rajzolnák meg őket, ahogy azt az előző megközelítésben tették a CAD-ből. "Modellezésként" a BIM a különböző tudományágak/szelmák (pl. építész, mérnök, építő) közötti együttműködésen alapuló munkamódszert irányoz elő, ahol a tudományágfüggő 2D/3D rajzok és dokumentumok helyett az összevont információs modellt együtt használják. A BIM megjelenítését lásd a 4. ábrán.





4. ábra: BIM 31-es modell



Előnyök a kkv-k számára

Az épületinformációs modell/modellezés (BIM) bevezetése Európában gyorsan növekszik, és egyre több építőipari cég használja a BIM-et építési projektjeiben, az ügyfelek számára nyújtott előnyök miatt mint például a költségcsökkentés, a jobb minőség és a szolgáltatások gyorsabb nyújtása. A tudósok és a szakemberek egyaránt egyetértenek abban, hogy a BIM-alapú munkafolyamatok használata számos előnnyel jár a kkv-k számára az építés és a karbantartás különböző szakaszaiban, például:³²

- **Növeli a termelékenységet** - a kevesebb újramunka, a konfliktusok és a változások révén.
- **Csökkenti az építési költségeket és a hulladékot** - A BIM hatékony tervezési módszereket alkalmazhat, amelyek jelentősen csökkentik a hulladéktermelést és hozzájárulnak a költségek csökkentéséhez.
- **Javítja a projekt együttműködését és kommunikációját** - a BIM-alapú munkafolyamat lehetővé teszi a szorosabb együttműködést az építési projektben részt vevő összes szakma között, mivel központi helyet biztosít számukra az összes releváns információ tárolásához és megosztásához.
- **Javítja a projekt minőségét és teljesítményét** - Az összes rendelkezésre álló információ összeállítása rávilágít a koordináció hiányára, mielőtt az problémává válna, lehetővé téve a helyszíni tervezési fejlesztések elvégzését, és lehetővé téve a rövidebb felülvizsgálatot szer.
- **Felgyorsítja a projektek megvalósítását** - a BIM-technológiák használatával az építőipari vállalatok a tervezési folyamat korai szakaszában tervezési és kivitelezési szimulációkat készíthetnek az építési tevékenységek megkezdése előtt.
- **Kezeli az összetettséget** - A BIM-modell hatalmas mennyiségű adatot és más releváns informatikai iont képes tárolni, lehetővé téve a hivatkozás és a kereszthivatkozások elvégzését a teljes építési folyamat során. Azt is megmutatja, hogy a tervezési módosítások súrlódást okoznak-e a meglévő terv más elemeivel.
- **Növeli a vállalat hírnevét és új üzleti lehetőségeket teremt.**

A gyakorlatban a kkv-k legtöbb előnye is az ügyfeleknek kedvez.



Fő alkalmazási területek

A mechanikus, elektromos és vízvezeték-szerelő (MEP), valamint a fűtés, szellőzés és légkondicionálás (HVAC) mérnökei és vállalkozói a BIM-et a következő alkalmazásokhoz használhatják ^{33 34}:

- **Az ütközésérzékelés** azt jelenti, hogy átalakíthatják az elektromos vezetékeket és a vízvezeték, mielőtt az első téglát még leraknák. A BIM (Building Information Modeling) egyik fő előnye, hogy korai betekintést nyújt a kritikus tervezési adatokba valós idejű forgatókönyvekben, közvetlenül az architekturális modellből. Az MEP-vállalkozók a BIM segítségével madártávlatból láthatják a különböző alkatrészeket közvetlenül a mennyezeti magasságokból, a falakról az elektromos vezetékekkel, a vízvezeték elrendezéséről és így tovább. Az összes információ egyetlen platformon lesz elérhető számukra. Ez nemcsak időt, hanem ami még fontosabb, pénzt is megtakarít - mivel az építési projekt közepén nem lesz szükség időben történő és költséges átalakításokra.
- **A 3D modellezés lehetővé teszi** a csővezetékek és a csatornamunkák 3D-s kialakítását, ami sok időt és energiát takarít meg a MEP-vállalkozók számára. Képesek lesznek jobban vizualizálni, megérteni, hogyan kell hozzáadni a berendezéseket, azok engedélyeit vagy elkészíteni

megváltozik, mielőtt végül megvalósulna a területen.

Az előnyök egyaránt kiterjednek mind a mechanikai, mind az elektromos tudományokra. A BIM felhasználása a piacgazdasági szereplői modellezésben javítja az egyeztetést, egyszerűsíti a projekteket, valamint csökkenti a kockázatot és a pazarlást a projekt során

- **Logisztikai tervezéshez és beszerzéshez.** Az esetlegesen előforduló káosz elkerülése érdekében a BIM számos tevékenységet egyszerűsíthet, például a beszerzéstervezést és az anyagbeszerzést. Ez segít biztosítani, hogy a helyszínen kívül gyártott elemek tökéletesen illeszkedjenek a saját helyükre.

- **A kihívások megoldása kisebb alkatrészekkel.** A kisebb alkatrészek néha nagy kihívásnak bizonyulhatnak az európai parlamenti képviselők vállalkozói számára. Könnyebbnek találják, hogy a nagy alkatrészeket a pontos mérésükhöz modellezzék, mint a kisebbekkel. A BIM-eta kivitelezők úgy oldják meg a kihívást, hogy segítenek nekik könnyedén modellezni, tervezni és végül még a kisebb elemeket is a legmagasabb részletességgel létrehozni.
- **Az interferenciák elkerülése érdekében.** Gyakori, hogy rémtörténeteket hallanak, amikor a vízvezeték- és elektromos tálcákat ugyanazon a helyen kell biztosítani. Az ilyen jellegű összecsapások, különösen akkor, ha a projekt különböző aspektusaiban több szereplő vesz részt, gyakoriak az építési projekteknél. A BIM segítségével észlelheti ezeket az összecsapásokat a tervezési fázisban, és csírájában elfojthatja őket. Az ütközésérzékelés magában foglalhatja, de nem kizárólagosan - 4D / Workflow Clash, Soft Clearance Clash, Hard Clash stb.
- **Az épületek energiahatékonyságának növelése.** Mivel a modell közös platformot képez az összes érdekelt fél számára az együttműködéshez, könnyebbé válik annak használata az anyagok és az energiatulajdonságok figyelembevétele érdekében a tervezési szakaszban. A

az európai parlamenti képviselők tervezésének inputjai döntő hatást gyakorolhatnak

ebben a szakaszban. Az integráltabb kialakítás segíthet az energiahatékonyabb épületek építésében.

- **A gyors prototípuskészítéshez a 3D nyomtatási technológiával** (amely a másik kulcsfontosságú technológiához, a "3D nyomtatáshoz" kapcsolódik). A technológia legújabb fejlesztéseivel a MEP-vállalkozók a 3D nyomtatást a BIM-mel kombinálva használhatják az innovatív hatás elérése érdekében. Gyors prototípusokkal állhatnak elő, amelyeket megoszthatnak az érdekelt felekkel, hogy összetett ötleteket közvetítsenek.



Végrehajtás

Bármely hardver vagy szoftver megvásárlása előtt fontos kiindulópont a kkv által javítani kívánt meglévő folyamatok kulcsfontosságú elemeinek

azonosítása. Ez segít meghatározni a BIM fő céljait és felhasználását (például a jobb ütemezést, becslést és kockázatelemzést), és ezáltal a szükséges technológiai,

folyamatorientált és szervezeti változásokat.

Például, ha a kkv javítani kívánja a

tervezési integrációs folyamat, akkor tanácsos lenne beruházni a BIM koordinációs szoftverbe, amely képes interferencia-ellenőrzést végezni a különböző érintett tudományágak BIM-modelljei között, mint például a strukturális és a MEP-tervezés .

A BIM megvalósításának legjobb módja azonban a gyakorlat. Ezért megfelelő licenc megvásárlása és beiratkozás a BIM szoftver képzésére , amely

széles körben használják a piacon a kkv-k számára előnyben részesített lehetőség, mivel ez lehetőséget nyújt a BIM-szoftverek tesztelésére és kísérletezésére, amelyeket a piac más partnerei is gyakran alkalmaznak. A kkv-k rugalmasabbak, mint a nagyvállalatok, rövid belső kommunikációs vonalakkal rendelkeznek, és a belső együttműködés és az információmegosztás tekintetében lapos hierarchiával rendelkeznek. A kkv-k általában rövidebb távú projektekkel is rendelkeznek, amelyek lehetővé teszik számukra az átállás gyorsabb megvalósítását. A kkv-k technológiatranszferét vagy -végrehajtását azonban általában ijesztő feladatnak tekintik; ezért a kkv-k inkább jól bevált technológiákkal dolgoznak.^{35-én}

Számos BIM szoftvertermék közül választhat. Ha ezek bármelyikét használja, már úton van a BIM-alapú munkafolyamat felé. Amellett, hogy ezeket a termékeket külön-külön vásárolják meg, egy szoftvercsomag részeként is megvásárolhatók, ami nagyobb értéket nyújt a kisebb cégek számára, mint az egyes licenck vásárlása. Vannak felhőalapú eszközök is, amelyek alacsonyabb előzetes költségeket kínálnak, mint a hagyományos asztali szoftverlicenck. Ezenkívül számos modellnézegető érhető el ingyenesen (néhány példa: Solibri Anywhere, BIM Vision, Bentley View és FZK viewer)

Ezeknek a termékeknek a képzése könnyen elérhető, beleértve az oktató által vezetett tanfolyamokat, az online képzést és a saját tempójú oktatóanyagokat. A választott szoftvertől függően a felhasználók a tanúsítási programmal ellenőrizhetik készségeiket, szakértői útmutatáshoz férhetnek hozzá egy hivatalos képzési központban, vagy belemerülhetnek egy ajánlott e^{36,37} képzési guid-ba.

A bim gyakorlati megvalósítása az építőipari kkv-k számára célcsoportonként:

A **tervezési szakaszban dolgozó** építészek és mérnökök BIM-implementációjához a **következő megvalósítási szakaszokat javasoljuk (lásd Figure 5)³⁸:**

1. Ismerje meg azokat az eszközöket és módszertanokat, amelyek lehetővé tehetik a BIM-folyamatot.
2. **Speciális** ismeretekkel és gyakorlati tapasztalattal rendelkező **fiatal diplomások toborzása.**
3. **Hozzáférés a gyakorlati képzési tevékenységekhez** hogy a jelenlegi személyzet visszatérhessen az eszközökhöz.
4. A partnertanácsadók és az ügyfelek bevonásához szükséges **idő eldöntése.**

A BIM végrehajtási folyamata során a kihívások előrejelzéséhez szükséges intézkedések a következők:

- A BIM-et még nem kérő ügyfelek tudatosságának **növelése**;
- **Elkerülve a meglehetősen spontán kísérleteket a nagy folyamatok kialakítására** egy kis projektkörnyezetben ;

- **A nagyobb vállalkozások örökölt/megalapozott rendszereire való elkerülhetetlen támaszkodás kockázatainak kezelése .**

A BIM-hez kapcsolódó szoftverek kiválasztása és használata, különösen a következők esetében:

- **Modellezés:** BIM-készítő szoftver (például Autodesk Revit)
- **Ellenőrzés és koordináció:** BIM koordinációs szoftver (például Solibri Office)
- **Információtárolás és -kezelés** a vállalaton belül (például Trimble Connect)



Modelling



Checking and coordinating



Information storage and management

A BIM-nek az építési és felújítási szakaszban **dolgozó** kkv-építőipari cégek, **alvállalkozók és beszállítók** általi megvalósításához a **következő végrehajtási szakaszokat ajánljuk d³⁹:**

1. **Megértés:** Új stratégia meghatározása, amely esetleg hosszabb futást célozhat meg, feltárva az üzletet

mérlegelik a lehetőségeket és az integráltabb teljesítési megközelítést.

2. **Tervezés:** A kijelölt BIM-csapatok, beleértve a jelenlegi csapatokat és a BIM-szakértőket, elemzik az aktuális tevékenységeket, folyamatokat, eszközöket és erőforrásokat, hogy új, BIM-alapú megközelítést hozzanak létre a folyamatokhoz.
3. **Próba:** Ez egy gyakorlati szakasz, ezért a rendszer olyan eszközöket fog használni, mint a QTO-k előzetes parizálására szolgáló szoftverek (mennyiségi kitarólisták) és a költségbecslés a BIM-modellekből kinyert ajánlattételi fázisban. Ebben a **szakaszban** az ütközésészlelést és a konstruktivitást megfelelő BIM koordinációs eszközökkel is megvizsgálják, hogy csökkentsék az időt, és növeljék a végrehajtási tervek és munkák pontosságát a munkatevékenységek, az ütemezés, a kockázatkezelési tervek stb. mellett. A VR (virtuális valóság) és az AR (kiterjesztett valóság) eszközök ebben a szakaszban **emp loyed** lehetnek, hogy segítsenek a tevékenységek végrehajtásában, nyomon követésében és ellenőrzésében a helyszínen és azon kívül. Az ebből a szakaszból származó visszajelzéseket elküldjük a BIM-csapatoknak, hogy a jövőben értékeljék a tervezési szakaszt, hogy hatékonyabbá tegyék azt. Végezetül, az információk, adatok és ismeretek terjesztésének javítania kell a vállalkozások **termelékenységét** és **hatékonyágát.**

A BIM végrehajtási keretét a kkv-k vállalkozói fogják használni. Az építőiparban működő többi cég, például a tervező- vagy karbantartó cégek közötti hasonlóságok miatt azonban más vállalkozások is alkalmazhatják a keretrendszert néhány módosítással a harmadik szakaszban.



5. ábra: A BIM engedélyezési folyamatának műveletei



Beruházási költségek

A BIM-szoftverek ára például egy felhasználóalapú előfizetési modellen alapul. Egy népszerű SaaS megoldás havonta 35 euró és 300 euró között számíthat fel. ^{40 41} A legtöbb BIM szoftvermegoldás valamilyen képzést is igényel, amely akár 2000 euróba is kerülhet **egy** már fizetett összeg felül. ^{42 43} Egy BIM szoftverek piacvezetői általában minden országban elismert szállítókkal vagy viszonteladókkal rendelkeznek.

Egy csak a BIM-ért felelős személy **felvétele** egyszerűen túl drága lehet egy mikro-kgv-k számára. A kis léptékű projektekben azonban lehetőség van a "hagyományos" és a BIM-mel kapcsolatos szerepek kombinálására, például az építész, **egy** vezető tanácsadó és egy BIM-menedzser szerepére. Alternatív megoldásként egy kgv részmunkaidős BIM-menedzsert **vagy szakembert** is felvehet, vagy szolgáltatásokat kérhet egy tanácsadó cégtől a BIM-folyamatok beindításához. Ha ezek a folyamatok

További olvasmányok témái

BIM kézikönyv:

A BIM mögött meghúzódó technológiák és folyamatok áttekintése az építőipari szakemberek segítésére.

Sacks, R., Eastman, C., Lee, G. & Teicholz, P., *Útmutató az épületinformációs modellezéshez tulajdonosok, tervezők, mérnökök, vállalkozók és létesítményvezetők számára*, (2018. július)

<https://www.wiley.com/en-sg/BIM+Handbook:+A+Guide+to+Building+Information+Modeling+for+Tulajdonosok,+Tervezők,+Mérnökök,+Vállalkozók,+És+Létesítmény+Menedzserek,+3rd+Edition-p-9781119287537>

OpenBIM szabványok:

A BuildingSMART egy nemzetközi szervezet, amelynek célja az építőiparban használt szoftveralkalmazások közötti információcsere javítása. Nemzetközi Open BIM szabványokat fejleszt és tart fenn, és weboldaluk további információkat tartalmaz a témáról.

openBIM definíció, (buildingSMART.org):
<https://www.buildingsmart.org/about/openbim/openbim-definition/>

BIM bevezetési folyamat:

Tanulmány, amely értékeli a BIM bevezetésének folyamatát a kkv-kkal és azokat a tényezőket, amelyek befolyásolhatják a BIM bevezetésének sikerét vagy kudarcát a végrehajtási szakaszban.

Hochscheid, E., Halin, G., *Általános és kkv-specifikus tényezők, amelyek befolyásolják a BIM elfogadási folyamatát: olyan áttekintés, amely rávilágít a szakirodalom hiányosságaira*, A mérnöki menedzsment határai, 2020, 7 (1), pp.119-130. (2020. június 18.).

<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02558364/document>

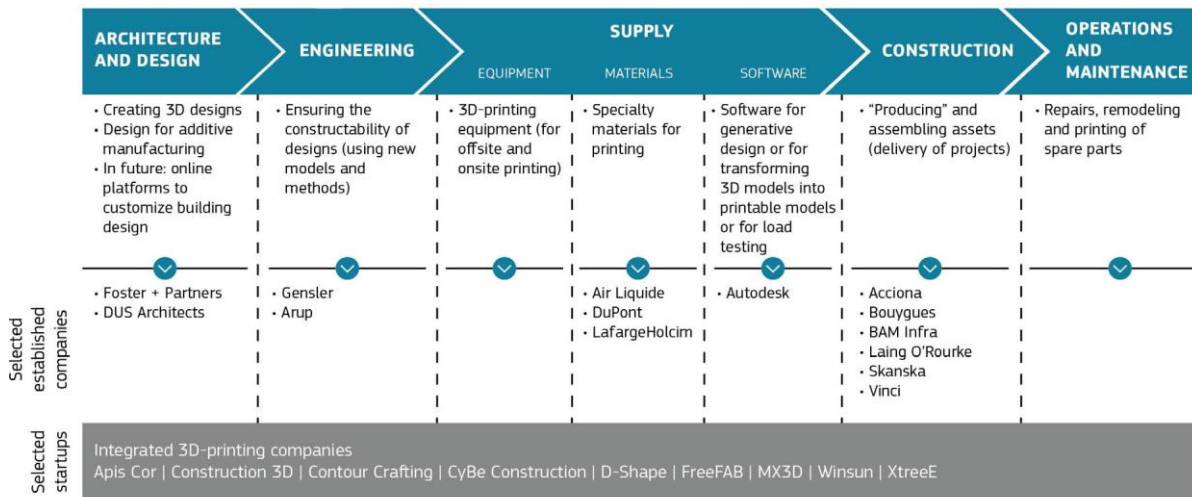
5. FEJEZET

3D NYOMTATÁS SZÜKSZAVÚSÁGBAN

A 3D nyomtatás egy additív gyártási folyamat, amelyet a speciális 3D modellek adatai tesznek lehetővé, hogy a hardvert, leggyakrabban egy robotkart, az anyag lerakására, rétegről rétegre, geometriai alakzatokat képezzenek. Az eredmény egy 3D nyomtatású objektum. Az építőiparban ez a módszer alkalmazható különálló szerkezeti vagy nem szerkezeti elemek gyártására vagy teljes épülethéjak nyomtatására. A beton, az acél és a polimer azok az anyagok, amelyeket gyakran alkalmaznak különböző építési 3D nyomtatógépeken keresztül, és a megfelelő nyomtatási módszerek, például az anyag extrudálási és kötőanyag-fúvókás technikák. ^{44-én}

Az építőipari 3D nyomtatók sokféle formában és méretben kaphatók. Az anyag jetting vagy anyag extrudálási módszerek esetében azonban három fő típusra oszthatók: 1. portálra szerelt nyomtatók, 2. darura szerelt nyomtatók vagy 3. robotkarok. Lehetnek helyhez kötöttek, például gyárba vagy mobilra, de néhányuk igény szerint szállítható a tárolóhelyről az építkezésre. A nyomtatandó elemeket a nyomtató specifikációit szem előtt tartva kell megtervezni, és általában a nyomtató digitális 3D-s modellen keresztül dolgozza fel gyártási adatokká, ideális esetben a BIM segítségével létrehozott tervből.

Számos szakosodott vállalat jelent meg, és számos nagy, már működő vállalat - nemcsak az építőipari cégek, hanem az építőanyag-gyártók is - elkezdett komolyan befektetni. ⁴⁵ Az építőiparban a 3D nyomtatásban részt vevő számos vállalat elemzésekor észreveszünk egy mintát. ⁴⁶ Amint azt az 1. táblázat mutatja, meglepően nagy számban tevékenykednek az értéklánc építési szakaszában, és sokan közülük olyan berendezéseket, anyagokat használnak, és az általuk biztosított szoftverek. ^{47-én}



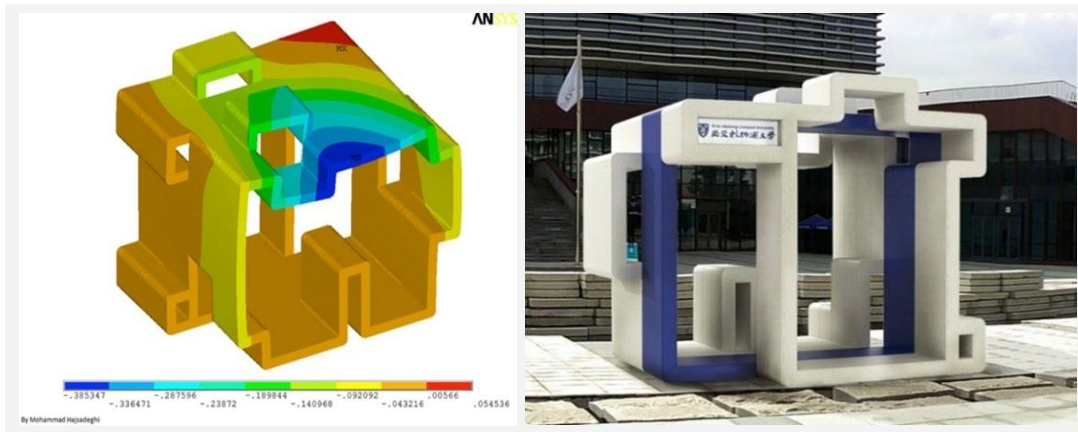
Sources: Experts Interviews; BCG Analysis

1. táblázat Az értéklánc és a 3D nyomdavállalatok szerepe



Előnyök a kkv-k számára

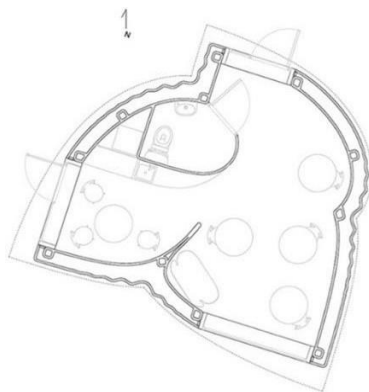
- Munkaerőköltség-csökkentés:** A hagyományos építési munkák jelentős mennyiségű kézi munkát igényelnek. Például a betonöntéshez szükséges tevékenységek általában a költségek több mint felét teszik ki, míg a beton- és acélananyagok a teljes gyártási költség kis százalékát teszik ki⁴⁸. Ennek elsősorban az az oka, hogy a formák öntéséhez hosszadalmas és munkaigényes folyamat szükséges, amely képzett kétkezi munkásokat igényel.
- Ebben az esetben a 3D nyomtatás teljesen kiküszöböli a formák öntésének szükségességét, mivel a betonrétegeket közvetlenül a kívánt alakban és formában tudja felvinni.
- Az összetett geometria elősegítése:** A 3D nyomtatás nagyobb szabadságot biztosít a tervezésben, mivel az egyetlen korlátja a nyomtatókar mozgásszabadsága és a felhasznált anyag szerkezeti tulajdonságai. Ezenkívül, ha 3D modellező szoftvert használ a legoptimálisabb kialakítás létrehozásához paraméterek halmaza segítségével (ezt a folyamatot paraméteres generatív tervezésnek is nevezik), az eredményül kapott geometria közvetlenül a nyomtatóra küldhető gyártás céljából. Ez lehetővé teszi olyan összetett tervezési formák létrehozását, amelyek egyébként rendkívül költségesek és nehezen hozhatók létre hagyományos építési módszerekkel. A 6. ábrán látható betonpavilon példa olyan geometriát mutat be, amelyet hagyományos öntési módszerekkel nem lehetett könnyen előállítani. A 7. ábrán egy Madridban telepített 3D-nyomtatott gyalogoshíd látható. Fesztávolsága 12 m, szélessége 1,75 m.⁴⁹ A hidat betonpor és hőre lágyuló polipropilén egyesítésével építették.^{50-ből}
- Anyag- és hulladékcsökkentés:** A 3D nyomtatási technológiák által elősegített precíz gyártásnak köszönhetően az anyag közvetlenül a kívánt formában rétegezhető. Ez figyelmen kívül hagyja a hegesztés, vésés, vágás, öntés, öntőforma-készítés és egyéb kézzel készített vagy ipari tevékenységek szükségességét, amelyek szükségesek ahhoz, hogy a durva anyagokat a szükséges tervezési alkatrészekké alakítsák. Ez csökkenti a folyamatjelben lévő anyagpazarlást, ha haikánsan. Másrészt az anyagfelhasználás csökkenthető a komplex geometria által lehetővé tett tervezési optimalizálásoknak köszönhetően.
- Gyorsabb felépítés:** Az automatizált 3D nyomtatással a kézi munka minimálisra csökken, ha teljes épületeket nyomtat egy menet közben. Például a COBOD 51 nevű dán vállalatnak 2017-ben az első kísérletkor 22 nap alatt sikerült 3D-nyomtatott irodát előállítani, és mindössze három nap alatt, amikor a ugyanezt az épületet két évvel később nyomtatták ki (lásd a 8. ábrát).^{52-ről}
- Biztonság:** A hagyományos építési tevékenységekben, és különösen az in-situ öntött betont is magában foglaló építkezéseken, mind az öntőformák alkalmazása, mind a megerősítés elhelyezése fizikai munkát igényel, különösen akkor, ha egyedi geometriákra van szükség. Ez súlyos hatással lehet az építőipari munkások egészségére és biztonságára.⁵³ Mivel a 3D nyomtatás szükségtelenné teszi az öntőformák öntőformáit, jelentősen csökken a helyszíni személyzet iránti igény és a balesetek esélye. Lásd még a 2. táblázatban található áttekintést a 3D nyomtatás építési előnyeiről, amelyet a BCG elemzett.^{54-ről}



6. ábra: FEM (végelelemes módszer) alapú szimuláció egy kültéri pavilon paraméteres kialakításának deformációjára, amely az ANSYS¹⁵-ben készült



7. ábra: Madridban telepített 3D-nyomtatott gyalogshíd. 56-ról



8. ábra: A BOD egy kis, 3D-nyomtatott, kevesebb mint 50 négyzetméteres iroda a koppenhágai Nordhavnban. 57-ről

		3D-Printed vs. conventional construction	
Costs	Labor	Significantly lower	Overall savings as 3D design becomes easier and as onsite workforce is reduced
	Architects, designers, engineers	Slightly higher	Need for training to adapt to the new technology, methods and possibilities
	Installation	Significantly lower	Printers' ability to work autonomously, so less supervision is needed, but initial training is required
	Equipment	Equal	High cost of 3D printers currently, but reduced need for heavy construction machinery
	Materials	Significantly lower	Expensive specialty concrete mixes and materials, but fewer materials are needed and far less waste is generated
	Logistics	Equal	Need for transporting printer to the site, offset by reduced use of other machines
Non-cost factors	Delivery	Significantly lower	Printers' ability to operate 24/7; avoidance of delays related to deliveries and coordination
	Environmental impact	Significantly lower	Avoidance of waste and reduced need for materials
	Project risk	Slightly lower	Technology risks (e.g., interruptions) but fewer hitches related to workforce, delivery, and coordination
	Accidents and safety hazards	Significantly lower	Fewer accidents, thanks to autonomous construction process with little human involvement
	Quality issues	Significantly lower	Increased accuracy of 3D-printed construction and enhanced appearance as the technology progresses
			Significantly lower Slightly lower Equal Slightly higher

2. táblázat A 3D nyomtatás előnyei az építőiparban ⁵⁸



Fő alkalmazási területek

A 3D nyomtatás különböző módszerekkel alkalmazható, mint például az anyag extrudálása, a kötőanyag-jetting, a porkötés vagy az additív hegesztés (lásd a 9. ábrát).

A 3D nyomtatás különböző módszereit már más ágazatok, például az autópár, a repülőgépipar és a gyártás is alkalmazza, de az építőiparban is növekszik az alkalmazások száma. 2014 óta a 3D nyomtatás egyre népszerűbb az építőiparban, különösen több építési projekt sikeres befejezése után. ⁵⁹ Lásd a 10. ábrát egy ipari méretű 3D nyomtató példáját, amely betonkeverék-rétegeket helyez el.

Az építőiparban a közös alkalmazási területek a következők:

- **Teljes szerkezetek nyomtatása - kis otthonok és irodák:** Az építőiparban az egyik legnépszerűbb 3D nyomtatási alkalmazás a kis és közepes méretű otthonok és irodák gyártása betonrétegek anyagkiürítésével, 3D nyomtatók segítségével, szállítható 3D nyomtatókkal és közvetlenül az építkezésen használják, például darura szerelt nyomtatók vagy robotkarok. Ez a módszer alkalmas a belső nyomtatásra

és egy épület külső falai. Más elemeket, például ablakokat, elektromos és HVAC berendezéseket azonban külön kell telepíteni. Példa erre a hollandiai Eindhovenben található 3D nyomtatott családi ház (lásd: 11. ábra),. Egy másik példa az egy darabból álló, 3D nyomtatású betonépület Antwerpenben, amelyet egy rögzített 3D nyomtatóval állítanak elő (lásd a 12. ábrát). ^{60-ról}

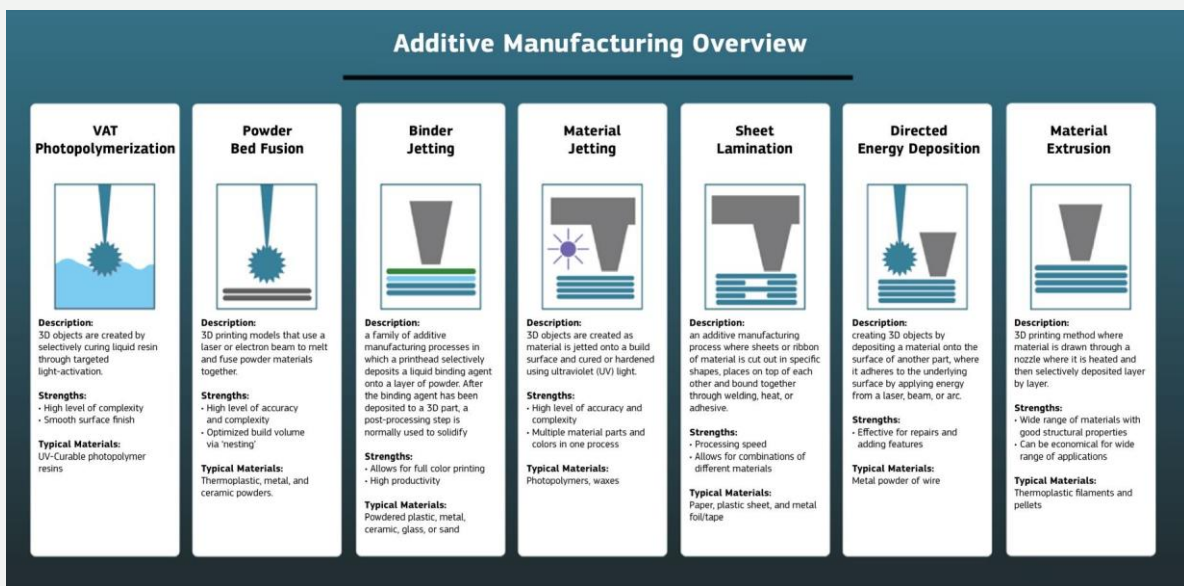
- **Teljes szerkezetek nyomtatása - infrastruktúra:** A 3D nyomtatás különösen alkalmas előregyártott szerkezetek ellenőrzött környezetben történő előállítására, amelyek az építkezés egészére szállíthatók vagy feloszthatók különálló alkatrészek összeszereléshez és telepítéshez. 2017 óta számos kis léptékű infrastrukturális projekt valósult meg különböző nyomtatási technikák alkalmazásával. Figyelemre méltó példa erre a spanyolországi Madridban található 12 méter hosszú gyalogos híd, valamint a hollandiai Gemert faluban található beton gyalogos és kerékpáros híd, amelyet beton kötőanyag-kötőanyag-sugárhajtási, illetve anyagkitermelési módszerekkel állítottak elő. Egy másik példa a hollandiai Amszterdamban található 12 méter hosszú 3D nyomtatott acélhíd, amelyet

kis mennyiségű olvadt fém hegesztésével egymáshoz egy robotkaron keresztül. (lásd a 13. ábrát). 2019-ben Sanghaj adott otthont a világ leghosszabb beton 3D nyomtatott hidjának. 26,3 méter hosszú és 2,6 méter széles, és 18 nap alatt 3D-s nyomtatásban volt. ^{61-ből}

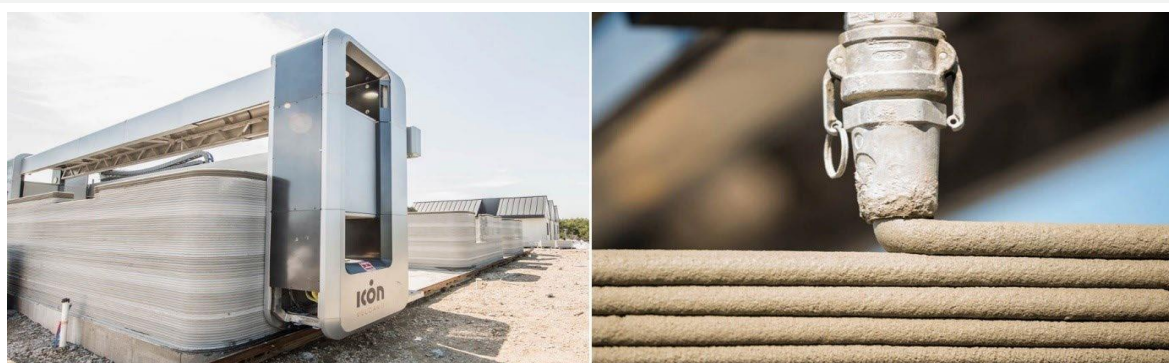
- **Alkatrészek nyomtatása:** A 3D nyomtatással szinte teljes otthonokat vagy komplett előregyártott hidakat építhet, de kisebb alkatrészeket is előállíthat, amelyeket később a helyszínen össze lehet szerelni. Ezek közé tartozhatnak a szerkezeti alkatrészek, például az acélcsomópontok (lásd a 14. ábrát) vagy a csatlakozók, de a HVAC rendszerek mechanikus alkatrészei is (lásd a 15. ábrát), például ventilátorok, csatornák vagy szelepek. ⁶² Kisebb méretük miatt ezek az alkatrészek asztali méretű nyomtatókkal nyomtathatók, amelyek anyaglerakódási vagy anyagfúziós módszereken alapulnak. A 3D-ben nyomtatható alkatrészek további példái az ablakok és az ajtók. ^{63-an}
- **Prototípusok vagy modellek nyomtatása:** 3D nyomtatás

használható teljes városi minták vagy belső vagy külső építészeti modellek nyomtatására. Az építészeti modellek (pl. irodákról vagy helyiségekről) például asztali 3D nyomtatással állíthatók elő. ⁶⁴ Ezenkívül kis prototípusok is nyomtathatók a nagyobb 3D nyomtatott előregyártott szerkezetek szerkezeti integritásának és kialakításának tesztelésére. Például a hollandiai Gemertben található első 3D nyomtatott híd esetében a tervezőcsapat több 1:2 méretarányú modellt nyomtatott, mielőtt áttért volna a végtermék nyomtatására. ^{65-ről}

- **Betonformák nyomtatása:** Finom vagy összetett geometriájú kivitel esetén a 3D nyomtatott szerkezettel gyorsan le lehet állítani az egyébként munkaidényes öntőformát. Ez elsősorban **akkor** érdekes, ha egy tárgyról vagy alkatrészről több másolatot készít. ⁶⁶ Ilyenek például a szabad formájú padok vagy más betonbútorok és dekorációk (lásd: 16. ábra).



9. ábra: A különböző 3D nyomtatási módszerek megjelenítése ⁶⁷



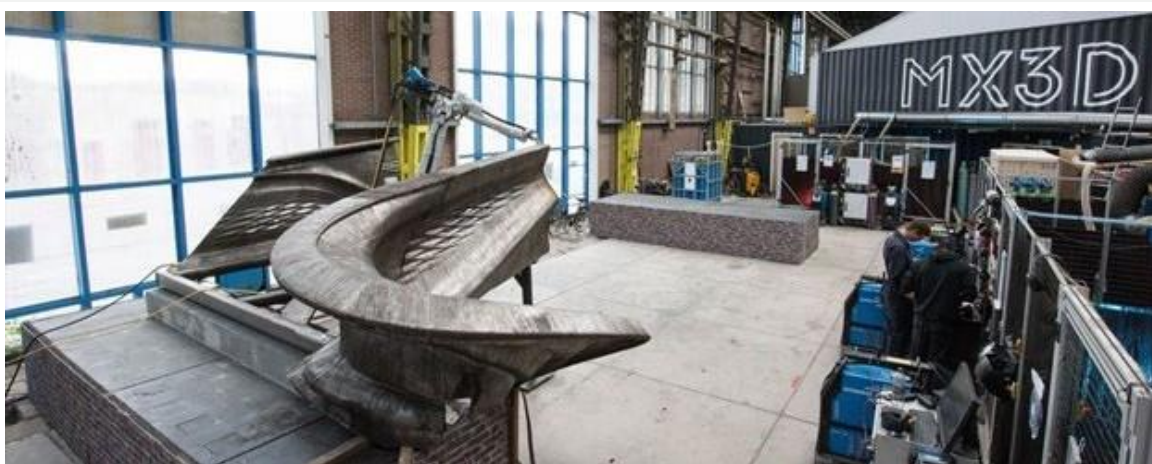
10. ábra: Egy ipari méretű 3D nyomtató egy speciális betonkeverék rétegeit rakja le. ^{68-an}



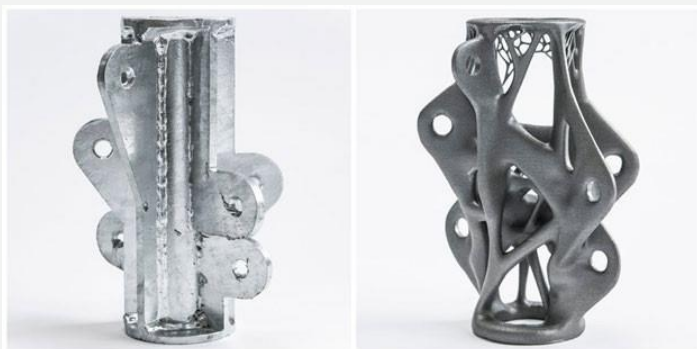
11. ábra: 3D nyomtatott otthon Eindhovenben, Hollandiában⁶⁹ 12



. ábra: 3D nyomtatott betonépület Antwerpenben, Belgiumban⁶²



13. ábra. A világ első 3D-nyomtatott jemiája Joris Laarmantól, MX3D és AKUP Amsterdamban. ⁷⁰



14. ábra : Példa az anyagfelhasználás optimalizálására szerkezeti acél csomópontokon generatív tervezési⁷¹ és 3D nyomtatási technikák alkalmazásával. ^{72,73.}



15. ábra: Példa .3D nyomtatott alkatrészekre HVAC



16. ábra: Az újrahasznosított PLA-ból származó .3D nyomtatott forma



Végrehajtás

Amikor azt fontolgatják, hogy a 3D nyomtatás a fő építési folyamat részévé váljon, az építőipari kkv-nak figyelembe kell vennie a folyamat más részeire gyakorolt hatásokat. Például az anyag extrudálásának módszerében egy beton 3D nyomtatófej fizikai mozgásbiztonsági rendszerekkel rendelkezik, ilyen

mint a mozgás minimális sugara, területe és sebessége. Ez közvetlen következményekkel jár a forma korlátaira nézve. Alternatív megoldásként a betonkeveréket szilárdságban, konzisztenciában és szárítási időben pontosan testre kell szabni, hogy az anyagrétegzés lehetővé váljon.



Beruházási

E technológia használatához a kkv-k a következőket tehetik:

1. Vásároljon és működtessen .3D nyomtatót

A kkv-knak figyelembe kell venniük egy .3D nyomtató megvásárlásával, üzemeltetésével és karbantartásával **járó** összes kapcsolódó költséget, mivel ez minden építőipari gép esetében közös. A közös költségelemek a következők:

- **Kezdeti költség;** annak ellenére, hogy a 3D nyomtatók kiküszöbölhetik a pazarlást, és csökkenthetik az építési időt és költségeket, jelentős előzetes beruházást igényelnek. Például anyag jetting vagy anyag extrudálási módszerek esetén (1-gyel. portálra szerelt nyomtatók, 2. darura szerelt nyomtatók vagy 3. robotkarok). Vételáruk 160 ezer eurótól 1 millió euróig változhat, ahol egy robotkarok általában költségesebbek, és **egy** portál típusú nyomtatók általában olcsókr. ^{76,77} Ezenkívül a kkv-knak **fontolóra venni** kell venniük, hogy beruhozzanak olyan megfelelő .3D modellező szoftverekbe, menta egy 3D max ⁷⁸ vagy egy szilárd munkas⁷⁹, amelyek lehetővé teszik egy az r nyomtatással kompatibilis minták. Vannak ingyenes szoftveres

rendszeres tisztítást és karbantartást igényel, különösen a nyomtatófej esetében, mivel a maradék anyag miatt eltömődhet. Ezenkívül előfordulhat, hogy a nyomtatónak rendszeres szoftverfrissítésre van szüksége.

- **Értékcsökkenési költség;** egy adott működési idő elteltével a 3D-s robot elavulttá válik, és ki kell cserélni. Egy 3D nyomtató körülbelül 7500-15000 nyomtatási feladatig bírja ki, de élettartama nagyban függ attól, hogy milyen gyakran használják, és mennyire jól és rendszeresen karbantartják. A 3D nyomtató rendszeres tisztítása és gondos használata segít maximalizálni az élettartamot és a nyomtatási órák számát.^{83-an}
- **Tárolási és szállítási költségek;** Ha a 3D nyomtató állványzathoz van rögzítve, akkor megfelelő hosszú távú helyre lesz szüksége a tároláshoz és a műveletekhez. A robotkar vagy a darura szerelt nyomtató viszont a helyszínre hozható, de minden feladathoz szállítani kell őket, és a feladatok között külön kell tárolni. A szállítási költség a nyomtató méretétől, a megtett távolságtól és a szállítás típusától függően változik.
- **Anyagköltség;** A 3D nyomtatási technológia nemcsak a legkorszerűbb robotokra és gépekre támaszkodik, hanem a még fejlesztés alatt álló új anyagtechnológiákra is. Ennek eredményeként a kkv-knak tisztában kell lenniük a kifejezetten nyomtatási célokra kifejlesztett anyagok felhasználásával járó többletköltségekkel.⁸⁴ Például a 3D nyomtatási betonhabarcsok ára jellemzően elérheti 900 EUR/m³ azonban egyes vállalatok új és olcsóbb betonhabarcs-megoldásokat fejlesztettek ki, amelyek egyszerre csökkentik a cementtartalmat, a környezeti hatást és az árat 90 euró/m³-re.^{85-ből}
- **A tervező és építő személyzet képzése;** a sikeres 3D nyomtatási feladat elvégzéséhez egy vállalatnak magasan képzett személyzetre van szüksége mind a speciális modellezési szoftver használatához a nyomtatáshoz, mind a 3D nyomtató üzemeltetéséhez. Alternatív megoldásként egyen kkv dönthet úgy, hogy szakembert vesz fel, vagy kiképzzi személyzetét. A 3D-s modellezőknek magas számítástechnikai és matematikai ismeretekkel kell rendelkezniük.⁸⁶ Szükség lehet kreatív és tervezési készségekre, valamint az építőipar területén szerzett erős háttérre is.

2. Fizessen egy alvállalkozónak egy előre elképzelt terv kinyomtatásáért

A kkv-k dönthetnek úgy, hogy a nyomtatási feladat elvégzéséhez bevonnak egy 3D nyomtatásra szakosodott alvállalkozót. Ez körülbelül 4000 euróba kerülhet egy kis 3D nyomtatott otthonért.⁷⁶⁻⁸⁷ A kisebb alkatrészek nyomtatásához a vállalatok 3D nyomtatási szolgáltatásokat kínálnak különböző módszerekkel és anyagokkal. Az árak 3 eurótól 1000 euróig vagy annál nagyobb összegig változhatnak, az anyagtól, a nyomtatott objektum méretétől és a 3D nyomtatási módtól függően. Az online árajánlatokat a legtöbb szállító online igényelheti.⁸⁸ Példák az építőipari 3D nyomtatási startupokra ezen a weboldalon található: <https://tracxn.com/d/trending-themes/Startups-in-Construction-3D-Printing>. Az alacsony termelési költségek ellenére azonban fontosak a nyomtató korlátaival kapcsolatos megfontolások, mint például a fent említett mozgáskorlátozások, valamint a nyomtatást végző vállalat tervezési tájékoztatási követelményei. Röviden, a 3D nyomtatáshoz másfajta tervezési módra van szükség⁸⁹⁻ es tervezéshez, mivel a geometriai adatok közvetlenül a nyomtató szoftverébe kerülnek.

További olvasmányok témái

3D nyomtatási használati eset

Konferenciái dolgozat, amely leírja a kis betonpavilon parametrikus tervezése és nyomtatása körüli kutatásfejlesztési erőfeszítéseket.

3D beton nyomtatott pavilon paraméteres testreszabása, (ResearchGate.net)

https://www.researchgate.net/publication/299580338_Parametric_Customisation_of_A_3D_Concrete_Printed_Pavilion

3D nyomtatási módszerek

Egy papír, amely áttekintést nyújt a leggyakoribb 3D nyomtatási módszerekről.

3D nyomtatás betonban: Általános szempontok és technológiák, (ResearchGate.net)

https://www.researchgate.net/publication/332282851_3D_Printing_in_Concrete_General_Considerations_and_Technologies

3D nyomtatási mítoszok

Egy cikk, amely áttekintést nyújt a leggyakoribb 3D nyomtatási módszerekről és a hozzájuk kapcsolódó mítoszokról. Dan Fernback, *A 3D nyomtatás mítoszainak leleplezése* (NWIRC.org)

<https://nwirc.org/debunking-myths-of-3d-printing/>

3D nyomtatási használat

Tudományos cikk, amely a 3D nyomtatás múltbeli fejlődését és jövőbeli lehetőségeit vizsgálja nagyszabású építési projektekhez. *A 3D nyomtatás építőiparban való használatának kritikai áttekintése*, (ScienceDirect.com)_
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926580516300681?via%3Dihub>

6. FEJEZET

ROBOTIKA AZ ÉPÍTŐIPARBAN

A robot olyan gép, amely számítógéppel programozható, és képes egy összetett művelet sor automatikus végrehajtására (pl. építőmunkások által végrehajtott műveletek). A robotot vezérelheti egy külső vezérlőeszköz, vagy a vezérlő beágyazható a robotba.





Előnyök a kkv-k számára

Globálisan az építőipari vállalatok azért küzdenek, hogy tehetségeket vonzzanak egy olyan munkakörnyezetben, amelyet az egészség és a biztonság szempontjából az egyik legveszélyesebbnek tartanak a munkavállalók körében. Egy 1 900 építőipari vállalat körében végzett felmérésben a válaszadó vállalatok 91%-a jelezte, hogy a következő 10 évben készségválsággal kell szembenéznie, míg 44%-uk jelezte, hogy jelenleg nehezen tud munkaerőt felvenni. Ennek fényében nem csoda, hogy az **építőipari vállalkozások 81%-a mondta azt, hogy a következő évtizedben bevezeti vagy növeli a robotika és az automatizálás használatát**. Ma azonban csak néhány építőipari vállalkozás profitál a from robotika hasznára. (Hivatkozás: ABB, 2021 [\[link\]](#)).

E kihívások fényében a robotok építőipari kkv-k számára történő használatának előnyei meglehetősen nyilvánvalóak, és ide tartoznak e^{90 91}:

- **A mikro-kkv-k korlátozott munkaerő-kapacitásának hatékony kihasználása** - Az autonóm robotika bizonyos feladatokhoz való használatával a vállalatok hatékonyabban tudják felhasználni emberi munkaerő-állományukat, lehetővé téve számukra, hogy több, kritikus fontosságú munkahelyet kezeljenek. Ha robotokat vetnek be **AZ** ismétlődőbb munkák, például a kőművesítés vagy a gipszkarton felakasztása **érdekében**, a cégek újra megkísérthetik a projekthez szükséges munkaerőt. Mivel a robotok jellemzően gyorsabban tudják elvégezni a munkájukat, mint emberi társaik, a munka gyorsan és kevesebb hibával történik. **Költségmegtakarítás** Mivel a legtöbb építőipari vállalat már borotvavékony árréssel működik, a költségek csökkentésének minden lehetősége nagy különbséget jelent az eredmény szempontjából. Az autonóm építőipari gépek előre költségesek, de az emberi munkaerő hosszú távú költségeinek, például a bérszámfejtésnek, a juttatásoknak és a munkavállalók összetételének **figyelembevétele** perspektívába helyezi a robotok költségeit, és életképes alternatívává teszi őket. Míg **AZ** autonóm robotok folyamatos karbantartást igényelnek, az ismétlődő költségekhez képest a belőlük kihozott munka mennyisége az idő múlásával általában kiegyenlítődik.
- **A munkavállalók biztonságának javítása** - Az emberi test törékeny, és fáradtságnak vagy sérülésnek van kitéve. Sok projektben egy központi emberi munka sérülése eldobhatja a projekt teljes ütemtervét, amíg felépülést vagy cserét nem találnak. A robotok viszont **a nap 24 órájában** képesek ugyanazt a mozgást megtenni **anélkül**, hogy annyi kacsintást végeznének. Az autonóm gépek az építőipari cégek által alkalmazott számos alkalmazásra összpontosítanak, megőrizve emberi munkájukat olyan munkákhoz, amelyek több finomságot és gondolkodást igényelnek. Ezenkívül az olyan gépek, mint az exoskeletonok, szintén megnyugtathatják az emberi testet, és csökkenthetik az építési munkákból származó terhelést.



Fő alkalmazási területek

Az automatikus vagy félautomata robotrendszerek támogathatják az emberi munkát a helyszínen vagy azon kívül. Ebben az összefüggésben a nagyüzemi robotrendszerek a gyártáshoz kevésbé relevánsak, azonban léteznek olyan speciális robotrendszerek, amelyek különösen hasznosak az építőiparban :

1. **Exoskeletonok:** Ezek olyan hordható eszközök, amelyek támogatják a felhasználót, szemben a robottal, amely önállóan végzi a feladatot, és; amely önállóan látja el a feladatot, és;
2. **Helyszíni automatizálás és robotrendszerek:** Ezek az egyfeladatos építőipari robotok (STCR), amelyeket kőművesítéshez, acélrács-szereléshez, acélhegesztéshez, homlokzati telepítéshez, falfestéshez, betonfektetéshez stb. Használják.

Exoskeletonok, más néven. Hordható robotika

Az építőiparban, a gyártásban és a logisztikában sok munkavállaló még mindig nehéz munkának van kitéve. Az emberi testhez kapcsolódó terhelés gyakran

kényelmetlenséghez és fáradtsághoz vezet, korlátozva a termelékenységét és a munka vonzerejét. Őt

hosszú távon sérüléshez, betegséghez és fogyatékosághoz is vezethet⁹²

Az ipari exoskeletonok bizonyítottan hatékonyan csökkentik a derék vagy a váll alsó részén jelentkező munkaterhelést, különösen az elszigetelt és kvázi statikus tevékenységekről szóló tanulmányokban. Számos passzív exoskeleton (rugós mechanizmussal) most találja meg az örökös utat a gyakorlatban. Az aktív exoskeletonok (aktuátorokkal) potenciálisan hatékonyabbak és alkalmazkodóbbak, de technikai fejlesztésre szorulnak, például érzékelőalapú vezérlési mechanizmusukban. Az exoskeleton példáit lásd a.k.a. a. viselhető eszközökről lásd a 17. ábrán és a 18. ábrán.

Az exoskeletonok kkv-k általi elfogadásának ösztönzése érdekében olyan kezdeményezéseket kezdeményeznek, mint az EXSKALLERATE projekt.⁹³ Ez a projekt a 2014-2023-as időszakban fut, és célja, hogy az északi-tengeri régiót vezető exoskeleton ökoszisztémává alakítsa át. Hat európai ország üzleti támogató szervezeteinek, klasztereinek és kutatóintézeteinek konzorciuma, közösen tervezett helyszíni laboratóriumok

a kvv-k előtt azonosított fő kihívások szerint, ahol a következő generációs exoskeletonok fejlesztéseket integrálnak. A partnerek számos informatív workshopot is szerveznek a kvv-k számára, ahol az exoskeleton szakértők olyan eszközöket mutatnak be, amelyek támogatják a kvv-k döntéshozatalát az exoskeletonok elfogadása során, ami a jelenlegi elfogadást korlátozó kulcsfontosságú kihívás.⁹⁴ További információ a [weboldalon található, https://northsearegion.eu/exskallerate/](https://northsearegion.eu/exskallerate/) Ez a weboldal az Exoskeletonokról szóló filmet is tartalmaz.

Egy másik fejlesztés a lágy exosuitokra vonatkozik, amelyek comfortable to wear.^{95-ben}

Egyfeladatos építőipari robotok

Az egyfeladatos építőipari robotok megközelítése nagyon rugalmas, mert könnyen adaptálható a



kombinálva más hagyományos építési módszerekkel. Az ezzel a megközelítéssel kapcsolatos kihívások közé tartozik, hogy további egészségügyi és biztonsági követelményekre van szükség a robotoknak az emberi munkavállalók tevékenységeibe való integrálása miatt, valamint a downstream és upstream tevékenységekkel való integráció.^{96-ról}

Az egyfeladatos építőipari robotok egyetlen feladatot képesek ismétlődően végrehajtani. Tipikus példák a robotkarok, amelyeket általában mozgatható platformokra szerelnek fel, és amelyeket a helyszínen használnak egyszerű feladatok elvégzésére.⁹⁷ Egy építkezésen ez egy állvány-integrated robotrendszer lehet, amely lehetővé teszi a robot mászók számára, hogy állványzati anyagokat szállítsanak az állványokra. További példák lehetnek a falakat festő robotrendszer, a téglákat összeszerelő mobil robotkar vagy a betonszoró robotrendszer.



17. ábra: Exoskeleton⁹⁸

18. ábra: Hordható robotika



Végrehajtás

A robotika megvalósítása során az építőipari kvv-knak fel kell ismerniük, hogy a robotika megvalósítása többdimenziós döntés, és nem létezik egyenmegoldási stratégia.⁹⁹ Various tényezők fontos figyelembe venni egy ilyen s^{100-at}:

- **Döntse el, hogy a robot az optimális megoldás-e a kihívásra:** Ha a cél a szervezet költségeinek csökkentése, és ha ez automatizálással vagy szabványosítással megvalósítható, akkor a robotba való befektetés nem biztos, hogy a legjobb megoldás. Ha azonban hozzájárul például a munkavállaló biztonságának javításához, vagy olyan hatékonyságnövekedéshez járul hozzá, amelyet más módon nem lehet megvalósítani, akkor beruház a a robot jó megoldás lehet.
- **Ellenőrizze, hogy szervezete készen áll-e egy robot integrálására:** Döntéseket kell hozni arról, hogy az építési vagy gyártási folyamat mely részeit automatizálják, és hogy mely típusú adatoknak kell jó állapotban lenniük ahhoz, hogy

integrálni tudják a robotot. Az is fontos, hogy a robotba való befektetés előtt elemezzük az egyes szoftverek, valamint a kapcsolódó szolgáltatások és termékek költségeit, különösen a

a költségek bizonyos helyzetekben meglehetősen magasak lehetnek.

- **Annak elemzése, hogy vannak-e függőségek az ügyfelekkel és a beszállítókkal, és ha igen, milyenek:**
Bizonyos helyzetekben az értéklánc más partnereinek is képesnek kell lenniük arra, hogy ugyanezt a digitalizációs előrelépést ériék el. Fontos annak biztosítása, hogy a lánc elején lévő megoldások ne vezessenek problémákhoz a lánc későbbi szakaszában. Ez különösen igaz a gyárakban alkalmazott robotizációs megoldásokra, amelyek esetében például az integrált napelemes tetők **hatékonyabb gyártása** egyre nagyobb problémákat okozhat az építőipari munkások számára. Ez azt jelenti, hogy mindig fontos lesz proaktívan felismerni a robotizáció ügyfelekre és beszállítókra gyakorolt lehetséges hatását .
- **Többéves költségvetési áttekintés kidolgozása:** A robotizáció nem egyszeri befektetés. Ezért tanácsos **költségvetési áttekintést** készíteni, amely magában foglalja egyrészt a robotba történő beruházásokat, a szoftverlicencet és a programozási költségeket, másrészt a frissítések és a szoftverfejlesztések **éves karbantartási költségeit** . Ha

- a beruházási költségek túl magasnak bizonyulnak, egyes robotgyártók termék mint szolgáltatás megoldásokat kínálnak, amelyek alapján egy szervezet robotot bérelhet .
- **Tudja meg, ki a felhasznált adatok és a robottól származó betekintés tulajdonosa:** Ha az adatok a saját szervezeten kívüli érdekelt felek kezében vannak, EZ harmadik felek beruházásait is jelentheti, amelyek csökkenthetik a beruházási költségeket. A kérdés azonban továbbra is fennáll, hogy kedvező-e, hogy az adatok más érdekelt felek kezében vannak.
 - **Képzési tevékenységek biztosítása: A megfelelő gépek beszerzése mellett elengedhetetlen** , hogy legyen valaki, aki kompetens az új berendezések biztonságos és biztonságos kezelésére. Észrevehető mennyiségű időre és pénzre lesz szükség ahhoz, hogy a vállalatok kiképezzék alkalmazottaikat az új technológia hatékony használatára. Ezt hosszú távú beruházásnak kell tekinteni, tekintettel arra, **hogy a robotok** milyen hatással lehetnek egy építési projekt irányítására.



Beruházási költségek

Egy robot használatát teljes költsége egy ^{101-es} szárnycöltség-elemből áll:

- **Kezdeti költség:** bár a robotika hosszabb költséghatékony távon, a berendezések és a gépek **kezdetben** nagy beruházásokat igényelnek. Egy kőműves robot költsége például körülbelül 500 000 euró.
- ^{102 103} Becslések szerint egy zsarátnok **naponta** körülbelül 300-500 téglát tud elhelyezni, míg egyes kőműves robotok naponta körülbelül 800-1200 téglát tudnak elhelyezni ¹⁰⁴, de **vannak olyan** számok van, amelyek **Da** y-nként 3000 téglából állnak. ^{105 106} Egy exoskeleton ára 160 0 107 és 45000 euró között furgon. ^{108 109}
- **Karbantartási költségek:** bizonyos időközönként, menta minden más technológia esetében, **egy** robotika éves karbantartást igényel hatékonyságának fenntartása érdekében.
- **A szükséges szakmai képzés költsége:** az új technológiák és berendezések bevezetése **egy** személyzet szakmai képzését igényli. Vannak various edzési ajánlatok az exoskeletonok számára, menta például egy edzés fvagy 4-6 óra hetente 6 hét alatt Provided by egy university. ¹¹⁰ Egy költség az ülések és tevékenységek számától függenek , és modulonként 300-3000 euró között mozognak. ¹¹¹ Az ilyen képzést az orvosi kontextusra (pl. az emberek segítésére), valamint az építőipari és ipari kontextusra (pl. a dolgok mozgatására) **nyújtják**.
- **Értékcsökkenési költségek:** Egy robot cseréje egy újra **egy** bizonyos **használati** idő után.
- **A segédmunka költsége:** ilyen munkára lehet szükség az anyagmozgatáshoz, a munkaterület előkészítéséhez, valamint a robot munkájának néhány javításához vagy kiegészítéséhez. Költsége egy kézi munka **szükséges** időbevételétől és annak óránkénti költségétől függ.

33

További olvasmányok témái

Robotika az építőiparban :

Egy cikk, amely felsorolja a robotika építőiparban való használatának előnyeit és hátrányait.

Anastasios Koutsogiannis, *Robotok a munkahelyeken: A robotika jövője az építőiparban*, (LetsBuild.com) <https://www.letsbuild.com/blog/robots-jobsites-future-robotics-construction>

A robotika elfogadása az építőiparban

Egy tudományos cikk azokat az iparág-specifikus tényezőket vizsgálja, amelyek korlátozzák a robotika elterjedését az építőiparban. *Robotika és automatizált rendszerek az építőiparban: Az iparág-specifikus kihívások megértése az elfogadáshoz*, (ScienceDirect.com)

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352710219300889>

Exoskeletonok:

Egy cikk, amely leírja az exoskeletonok alkalmazásának előnyeit az építőipar munkahelyi egészségvédelme és biztonsága szempontjából . az **exoskeletonok kkv-k általi elfogadásának fokozása** (utwente.nl)

<https://www.utwente.nl/en/digital-society/research/themes/robotics/news/2020/4/594925/boosting-sme-adoption-of-exoskeletonok>

7. FEJEZET

3D SZKENNELÉS SZÜKSZAVÚSÁGBAN

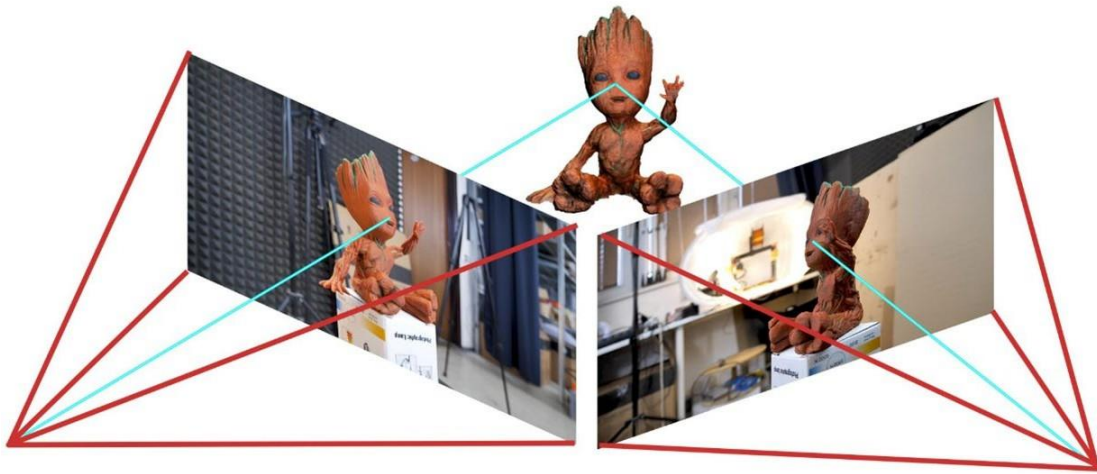
A 3D szkennelési technológia lehetővé teszi a valós objektumok rögzítését és digitális 3D modellekké történő átalakítását. 3D szkennelés az objektumok geometriai tulajdonságainak (méret, méretek, felületi textúrák) rögzítésére összpontosít. Ezenkívül a 3D szkennelés további információkat nyújthat, például a földrajzi elhelyezkedést, a felület színét vagy akár az objektumok által kibocsátott radiáció mennyiségét. Az építési tartományban leggyakrabban három 3D szkennelési módszert használnak:

A **fotogrammetria** olyan folyamat, amely több, különböző szögekből származó, később összevont fényképet használ fel egy háromdimenziós modell létrehozásához speciális szoftver segítségével (lásd a 19. ábrát). Ezeket a fényképeket földi mobil szkennerek vagy repülő drónok készíthetik. Ez a technológia már annyira fejlett, hogy még okostelefonos alkalmazások is rendelkezésre állnak a fotogrammetriához. Mivel a fotogrammetriát már számos iparágban és alkalmazásban használják, az építőipari ágazat általi adaptációjaviszonylag gyors és egyszerű volt.

A folyamat különösen hasznos az építkezés helyszíni előrehaladásának nyomon követéséhez vagy a az épületek geometriájának pontos dokumentálása (lásd a 20. ábrát).

A **LiDAR (Light Detection and Ranging)**, más néven 3D lézerszkennelés, egy távérzékelési technológia, amely gyorsan pulzáló lézersugár-emissziót és az észlelt visszavert impulzusokat használja a tárgytól és felületektől való távolság kiszámításához. A Lidaron alapuló adatgyűjtés lehet légi (például drónokon vagy helikoptereken keresztül) vagy földi. Mindkét esetben GPS-technológiával kombinálva pontos információkat tud nyújtani a beolvasott objektumok földrajzi helyéről.¹¹² Az építőiparban ezt a módszert gyakran használják felépített modellek és dokumentációk létrehozására, amelyek lehetővé teszik a szkennelt eredmény és a tervezett geometria összehasonlítását minőségbiztosítási célokból (lásd a 21. és a 22. ábrát a LiDAR scanning példáit).

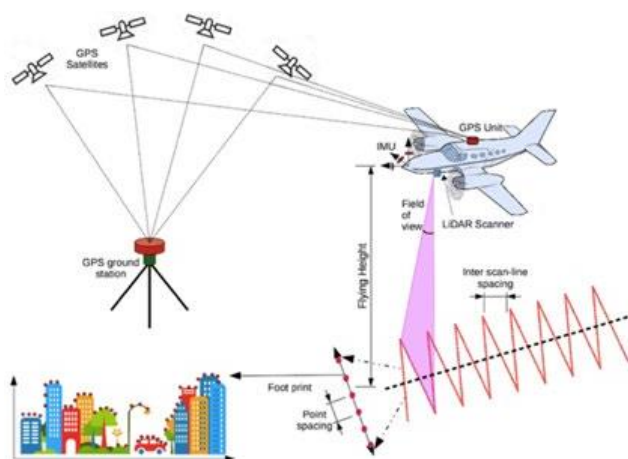
A **CT (industrial Computed Tomography) szkennelés** egy számítógéppel segített folyamat, amely röntgensugarakat vagy ultrahangot használ a szkennelt objektum háromdimenziós belső és külső ábrázolásának előállításához (lásd a 23. ábrát).



19. ábra: *Hogyan működik a fotogrammetria* ¹¹³

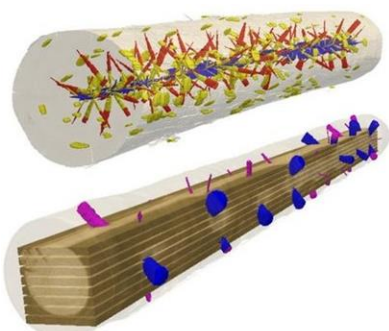


21. ábra: *A LiDAR szkenneléssel pontos, beépített modelleket lehet előállítani összetett projekteknél*¹¹⁵



Source: Lohani and Ghosh, 2017.

22. ábra: *Hogyan működik a levegőben lévő LiDAR felmérés? A piros pontok a terepobjektumok LiDAR-adatait jelenítik meg.* ^{116-ból}



23. ábra: *A CT szkennelési módszer használható a fa deszka és gerendák automatikus vágási mintázatának optimalizálására* ¹¹⁷



Előnyök a kvv-k számára

A 3D szkennerek számos előnnyel rendelkeznek, például:

- **Pontos valósággrögzítés** - A 3D szkennelés segíthet az építésznek, mérnöknek és vállalkozóknak teljes és pontos áttekintést **kapni** a meglévő helyszínfeltételekről;
 - A **tervezési fázisban** ez segíthet az elképzelt terv pontos megjelenítésében az environment digitális másának **felhasználásával**.
 - Az **építési fázisban** pontos geometriát tud biztosítani, amely például a tervezés és a konstrukció közötti eltérések azonosítására **használható**.
- **Költség- és időmegtakarítás** - A 3D lézerszkennelés az építőiparban valamivel drágábbnak tűnhet, mint a hagyományos kézi felmérési módszerek, de a folyamat végén megtakarított idő pótolja a költségeket. ¹¹⁸ A manuális felmérések időigényesek, ezért költségesek. A legtöbb 3D szkennelési módszer részben vagy teljesen automatizált, ami sok időt takarít meg az surveyorok és a helyszíni személyzet számára. Ezenkívül a szkennelések más tevékenységekkel párhuzamosan és az építési folyamat megzavarása nélkül is elvégezhetők.
- **Betekintés és átláthatóság** - Az építkezés gyakori 3D-s szkennelése segíthet nyomon követni az értelmezésifolyamat előrehaladását, és fenntartja a lehetséges építési problémák vagy változások láthatóságát. Az építkezés előrehaladásának **digitális** nyilvántartása bemenetet nyújthat a munka validálásához. Mint ilyen, hozzájárulhat a szükségtelen átdolgozások és késedelmek megelőzéséhez.
- **Jobb együttműködés** - A helyszínről és az építkezés előrehaladására vonatkozó pontos és naprakész adatok gyűjtésével a létfontosságú információk és frissítések zökkenőmentesen megoszthatók az összes **érintett** fél között, fizikai helyüktől függetlenül. Ez a tervezési és kivitelezési folyamat minden szakaszában megtehető, ami viszont javítja a különböző érdekelt felek közötti együttműködést a tervezési folyamat **különböző** szakaszaiban.



Fő alkalmazási területek

A 3D szkennelésnek számos alkalmazási területe van az építőipari kkv-k számára, például:

- **Roncsolásmentes szerkezeti elemzés** - A 3D-s vizsgálat képes észlelni a belső jellemzőket és hibákat, amelyek 3D-ben jelenítik meg az információkat, miközben elkerülik a roncsolásos tesztelést. Ez különösen hasznos lehet beton- és aszfaltszerkezeteknél, ahol rosszindulatú repedések rejthetők el az anyag felszíne alatt.
- **Automatizált szemrevételezés** - A felületi szerkezetek elemzéséhez a fotogrammetria¹¹⁹ és a LiDAR technológiák gyors betekintést nyújthatnak a felületszerkezet aktuális állapotába (lásd: 24. ábra). Ezeket a betekintéseket felhasználjuk a javítási és karbantartási tevékenységek tervezéséhez és rangsorolásához. A mesterséges intelligenciával kombinálva ezeknek a vizsgálatoknak a feldolgozása automatizálható, hogy a szerkezet felületének karbantartást igénylő kritikus területeinek túlfeszültségét hozza létre.
- **Helyszíni felmérés** - A projekt tervezési és tervezési szakaszában a helyszín és a környezet átvizsgálása értékes részleteket adhat a helyszín körülményeiről, a tájképi jellemzőkről, a közművekről és más tárgyokról az építkezésen és annak környékén. Ez hasznos ahhoz, hogy a tervet a kontextushoz igazítsa.
- **3D-s beépített dokumentáció** - A beépített dokumentáció elkészítése időigényes és költséges folyamat lehet, amelyben sok földmérő vesz részt a helyszínen, különböző módszerekkel az elvégzett építési tevékenységekről szóló adatok gyűjtésére. 3D szkennelés parancsikont kínál a geometria rögzítésével befejezett munka, amely aztán beépített dokumentációként használható.
- **Eltéréselemzés és minőségellenőrzés** - 3D

a szkennelési technológia a BIM-mel együtt használható a teljes projekt vagy csak bizonyos kritikus részek pontosságának ellenőrzésére a t-nak a megépített geometriával való összehasonlításával (lásd a 25. ábrát). Ehhez szükség van egy pontfelhőre (adatpontok halmaza a térben) a közös e57 120-as formátumban és egy pontos BIM-tervezési modellre. Az eltéréselemzés manuálisan vagy közvetlenül a modellező szoftverben is elvégezhető a pontfelhő beépülő modulon keresztüli betöltésével. Alternatív megoldásként az eltérések elemzése elvégezhető egy automatizált módszerrel, amely olyan speciális szoftvermegoldásokon alapul, mint a CupixWorks¹²¹ vagy a FARO® BuildIT Construction.¹²² (lásd: 26. ábra).

- **Földmunka mennyiségének becslése** - A 3D lézerszkennelési technológia segítségével pontos mennyiségű felszállást (QTO) lehet létrehozni a földmunkákból azáltal, hogy a felületi szkennelést a tervezett ásátás modelljével kombinálják.¹²³ A drónfotózás és a nagy teljesítményű fotogrammetriai szoftver együttes használata jó földmunkamennyiség-becsléseket eredményezhet (lásd: 27. ábra).¹²⁴ Ez a folyamat egyszerre olcsóbb és gyorsabb, mint a hagyományosabb felmérési módszerek.^{125-ben}
- **Terepmodell-generálás** - A 3D szkennelés alkalmazható egy pontos 3D terepmodell létrehozásához, amely információkat és vizualizációkat biztosít a tervezés vagy kivitelezés korai szakaszában Fázisok.
- **Valós idejű interakció** - A kiterjesztett valósággal (AR) kombinálva a¹²⁶ 3D szkennelési technológiák, mint például a LiDAR, folyamatosnukotikus szkennelést nyújthatnak a környezetről, amelyek arra szolgálnak, hogy valós időben digitális objektumokat (akár a tervező, akár a helyszíni berendezéseket) vetítsenek a felhasználó nézetébe egy AR hordható eszközön keresztül.

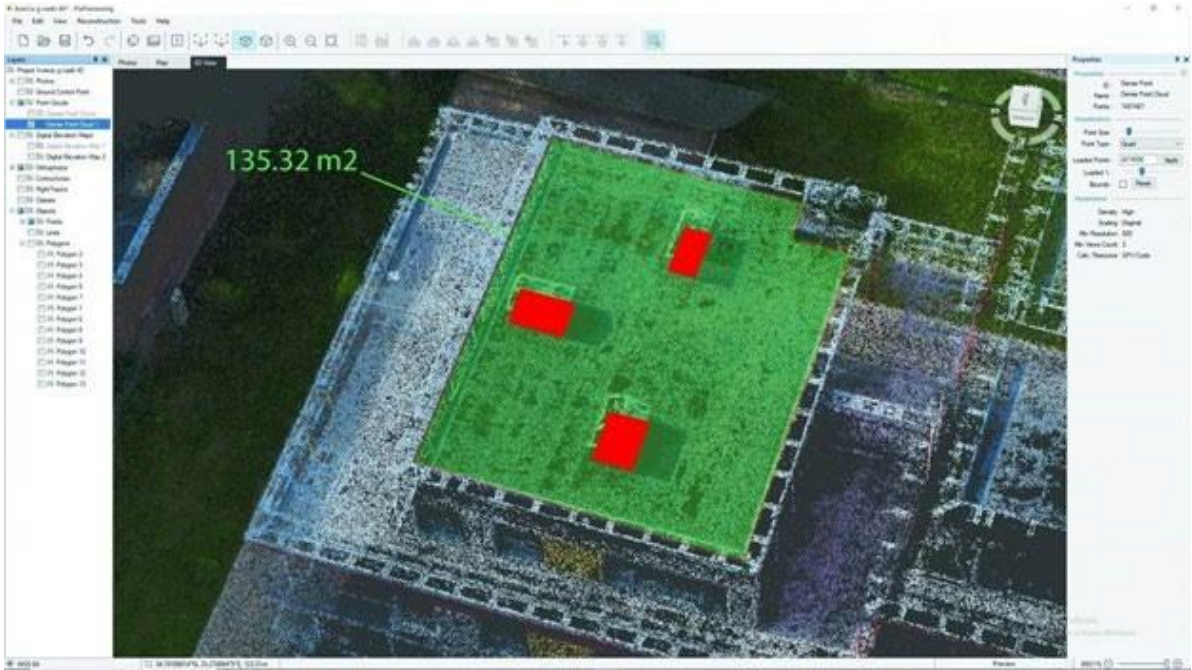
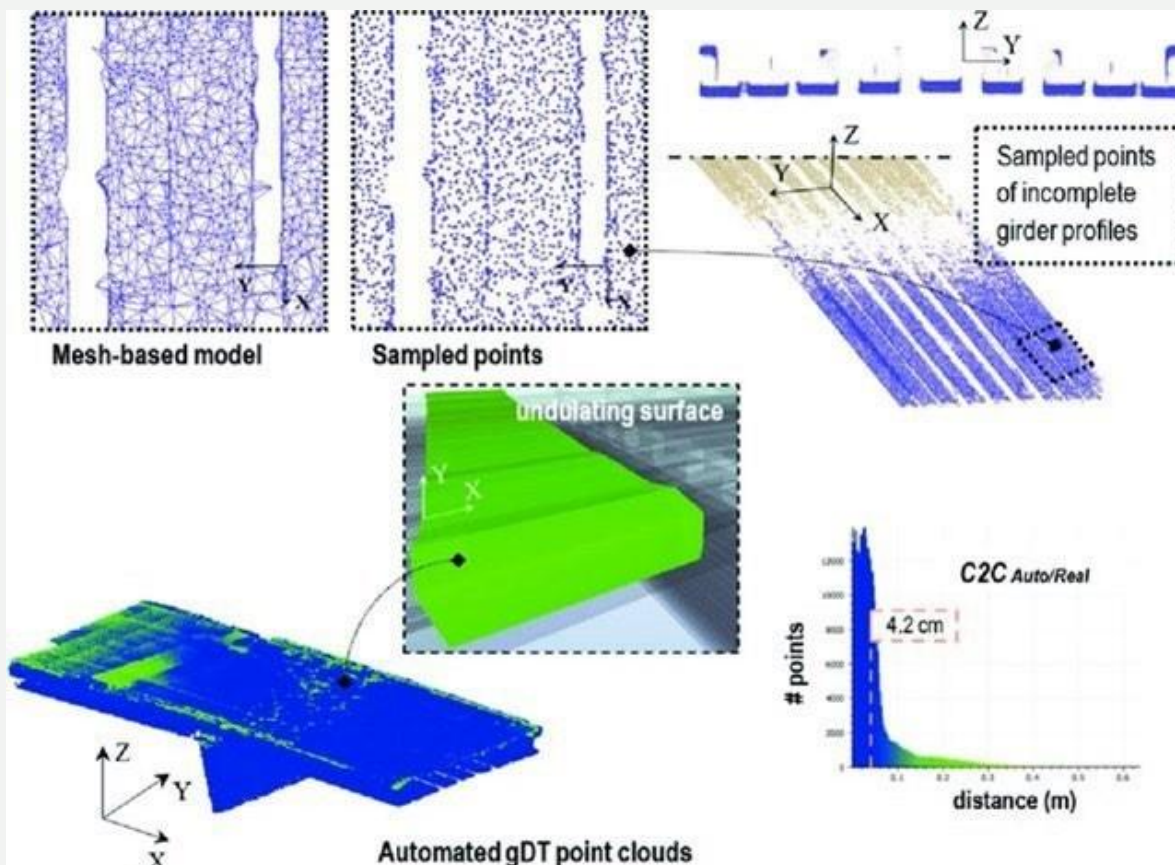
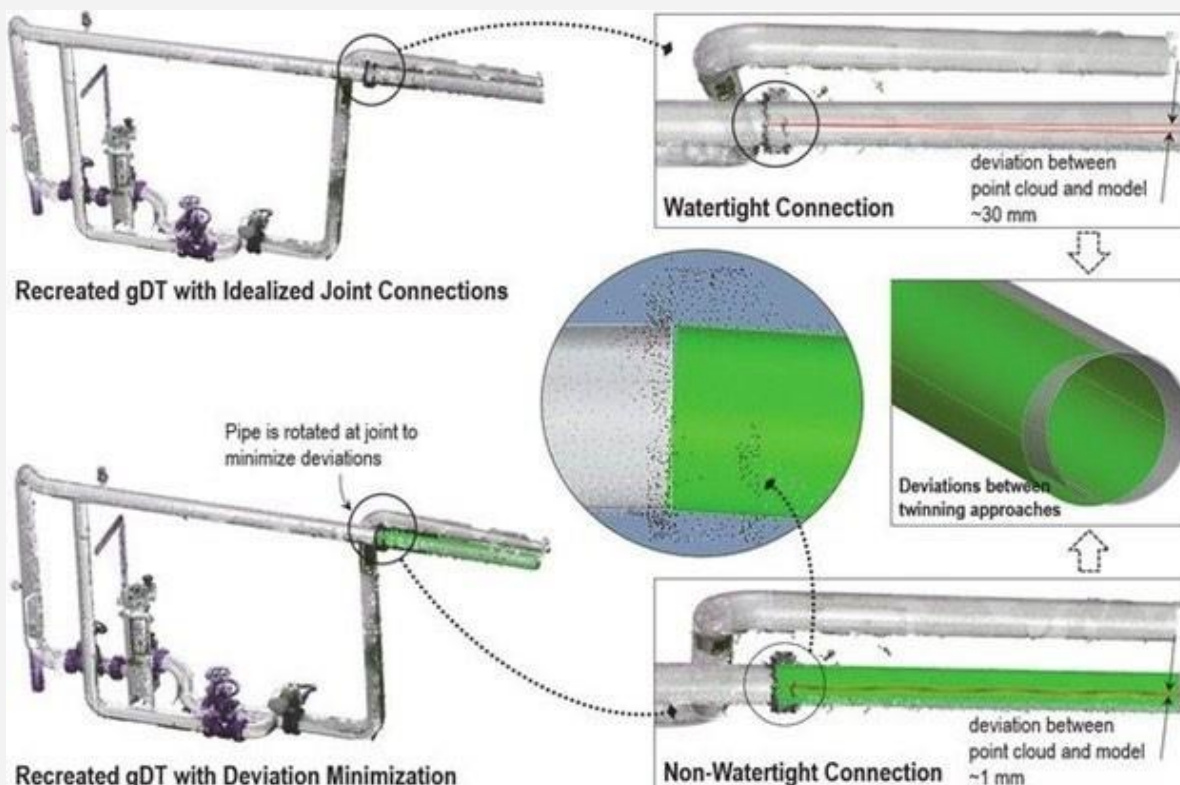


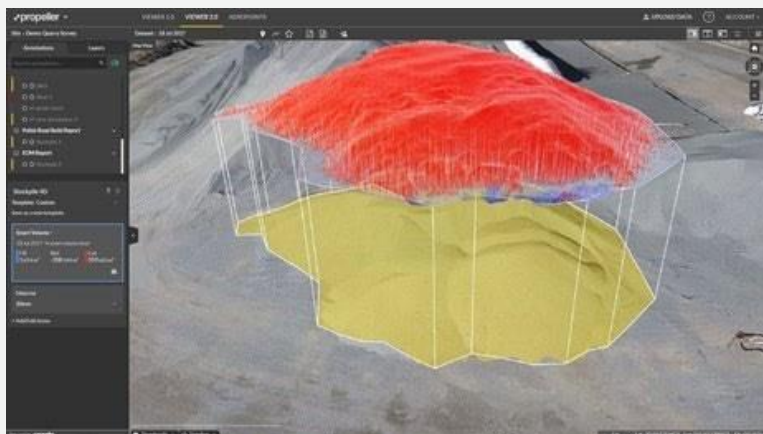
Figure 24: 3D modell fotogrammetry felhasználásával készült. ¹²⁷-ben



25. ábra: Geometriai eltérés analíze¹²⁸



26. ábra: Hengerek felszerelése csőpontfelhőkhöz (pontfelhő-adatok a FARO Technologies, Inc. jóvoltából). ^{129-ről}



27. ábra: Drónfotózás és nagy teljesítményű fotogrammetriai szoftver egy jó földmunkamennyiség-



Végrehajtás

A 3D szkennelés végrehajtásának mérlegelésekor a kkv-k számára fontos, hogy figyelembe vegyék a következő elemeket :

- A 3D szkennelési megoldásokat különösen azoknak a vállalkozóknak ajánljuk, akiknek szoros ütemterv szerint kell dolgozniuk, és pontos helyszíni mérésekkel és információkkal kell dolgozniuk.^{130-an}
- Minél összetettebb a projekt, annál valószínűbb, hogy a fent említett szkennelési módszereket párhuzamosan fogják használni. A vállalatoknak azonosítaniuk kell a

a 3D-s vizsgálat adatszolgáltatási követelményei (milyen információkat kell gyűjteni) és alkalmazásai (pl. Földmunkamennyiségbecslés vagy eltérés-elemzés) a végrehajtásához legmegfelelőbb technológia alkalmazása érdekében.

- A 3D szkenneléssel gyűjtött adatok sok memóriát igényelnek, akár több száz gigabájtig.^{131-ből}
- A földméréshez vagy a 3D modellezéshez szakértelemre van szükség a pontfelhő-kép (az űrben lévő adatpontok halmaza) precíziós 3D modellekké történő exportálásához,



Beruházási költségek

A 3D lézerszkennelő kamera kezdeti költsége jelenleg viszonylag magas. A 3D lézerszkennerek 18 000 és 140 000 euró közötti költségekbe kerülhetnek.^{133 134} A 3D szkennelési technológia azonban egyre olcsóbbá és hozzáférhetőbbé válik, mivel az építőiparban és más területeken, például a szórakoztatásban, a bűnüldözésben és az orvosi CAD-alkalmazásokban is alkalmazzák.

Alternatív megoldásként egy építőipari vállalat dönthet úgy, hogy felvesz egy speciális céget, amely képes elvégezni a kívánt 3D-s szkennelést. Egy költségek 5.000 és 15000 euró között változhatnak egy ház vagy lakás 3D-k szkennelése esetén, több menta 100000 euróig, vagy egy power üzem vagy egy power üzem vagy egy tényező.¹³⁵ Egy pontos ár a 3D vizsgálat részletességétől és pontosságától, az épület méretétől és összetettségétől, valamint a nyújtott szolgáltatás típusától függ, mint például a beolvasott adatok szkennelése és megfelelő fájlformátumba történő feldolgozása. Egyes vállalatok további BIM modellezési szolgáltatásokat nyújtanak a szkenneléshez, gyakran "Scan-to-BIM" néven.

Témák részére tovább olvasás

3D lézeres szkennelés:

Egy blogbejegyzés, amely leírja a 3D lézereszkennelés kortárs és lehetséges jövőbeli

használatát az építőiparban.

3D lézereszkennelés az épületépítésben és a mérnöki munkában, (tejjy.com)

<https://www.tejy.com/3d-lezereszkennelés-epitesben/>

3D lézereszkennelés használata

Egy cikk, amely leírja, hogy a vállalkozók hogyan használják a 3D lézereszkennelést építési projektjeikben.

Hogyan használják a vállalkozók a 3D lézereszkennelést az építőiparban?, (madár. net.au)

<https://www.avian.net.au/3d-laser-szkennelés-az-epitesben/>

3D lézereszkennelési

költségek Egy cikk that leírja a költségek

mögött meghúzó okokat

3D lézereszkennelési szolgáltatások az építőiparhoz. A

különböző 3D lézereszkennelési

költségtényezők megértése,

(arrival3d.com)

<https://arrival3d.com/3d-scanning-koltseg-variaciok-magyarazat/>

8. FEJEZET

DRÓNOK SZÜKSZAVÚSÁGBAN

A "drón" kifejezést általában egy pilóta nélküli légi jármű (UAV) leírására tartják fenn (lásd: 28. ábra).

A kifejezés azonban egy pilóta nélküli földi jármű leírására is használható, amely hasonlóképpen nem követeli meg a járművezető működését (lásd: 29. ábra). A légi járművek olyan drónok, amelyeket általában több rotorttal szerelnek fel rövid távolságokra, vagy rögzített szárnyakat nagyobb távolságokra.





28. ábra: Példa egy UAV-ra (pilóta nélküli légi járműre), a DJI Phantom 4 RTK drónjára, amelyet általában az épület légi szkenneléshez és felméréshez használnak a ^{136-os} építésben



29. ábra: Példa vanora Robo "Steve" nevű földi drónjára, amelyet általában az épület belső terének szkennelésére és felmérésére, vagy az UAV-k helyettesítésére használnak a ^{137-es} repüléstilalmi zónákban



Előnyök egy kkv-k számára

A drónoknak különböző előnyei vannak fvgay az építőipar területén dolgozó kkv-k, például ^{138 139}:

- **Hozzáférhetőség és manőverezhetőség** - A drónok általában kicsik és rugalmasak, ezért hozzáférhetnek olyan területekhez, amelyek túl keskenyek és nehezen hozzáférhetők az emberek számára. Kamerákkal vagy szkennelőberendezéssel felszerelve a drónok betekintést nyújthatnak olyan helyekre, amelyekhez a földmérők biztonságos körülmények között **esetleg nem tudnak** hiúzul hozzáférni. Emellett gyorsabban teljesíthetnek, és extrémebb manővereket végezhetnek, **mint bármely** parharc jármű.
- **Üzemanyag-hatékonyság** - Mivel ezeket a drónokat általában távolról működtetik, és nem kell embereket szállítaniuk, sokkal kisebbek lehetnek, és kevesebb üzemanyagra van szükségük szükségük.
- **Költség- és időmegtakarítás** - Kis méretük és az a tény, hogy egyetlen embert **sperma** kell szállítani és biztonságban tartani, egy drónok előállítás és tanúsítás általában sokkal olcsóbb az parharc járműveknél való használatra. Ezenkívül a drónok teljesen automatizálhatók és programozhatók úgy, hogy önállóan és munkaidőn kívül működjenek, ami lehetővé teszi számukra, **hog**y gyorsabban végezzék feladataikat, menta bármely parharc felszerelés.
- **Gyors adatgyűjtés** - Egy különböző szkennelési technológiákkal koméva egy Dr. hogy fizikailag jelen legyen egy **mért** helyen. Ez különösen hasznos a nagy építkezések esetében, például a nagy infrastruktúrával foglalkozó **projektek esetében**.
- **Biztonság** - Az építkezések forgalmas környezetet jelentenek, és veszélyesek lehetnek állványzattal, nem biztonságos épületekkel, nehézgépekkel és veszélyes anyagokkal. A drónok



Fő alkalmazási területek

3D szkenneléssel vagy más helyszíni felmérési technológiákkal kombinálva a drónok gyors, ellenőrzött, pontos és hozzáférhető topográfiai térképeket és 3D építési terület szkennelést biztosítanak, amelyek a következő alkalmazásokhoz használhatók. ^{141-ből}

- **Területfelmérés és topográfiai leképezés**
- **Távoli helyszín - és berendezésfigyelés**
- **3D-s, beépített dokumentáció**
- **Eltéréselemzés és minőségellenőrzés**
- **Földmunka mennyiségének becslése**
- **A projekt előrehaladásának nyomon követése**

- **Biztonsági és védelmi felügyelet**
- **Marketing és PR**

A 3D szkenneléssel kapcsolatos további részletekért lásd az alkalmazásokról a 7. fejezetet. Általánosságban elmondható, hogy a külső épületek, a helyszín vagy a nagyobb terepfelügyelet (például a topográfiai térképezés vagy a földmunka minőségének becslése) jobban elvégezhető légi drónokkal, mivel megfelelő függőleges hatótávolságot biztosítanak támogató platformok nélkül. A nem biztonságos vagy rosszul hozzáférhető épületek belsejének megfigyelési céljaira azonban a földi drónok gyakran **suitálhatóbbak**.



Végrehajtás

A drónok végrehajtásakor a következő szakaszokat kell figyelembe venni:

- **Határozza meg a vállalat céljait és igényeit** - A kkv-knak meg kell határozniuk a drón rövid és hosszú távú alkalmazásait, mielőtt eldöntենék, hogy milyen típusú drónt vásárolnak vagy bérelnék. Ezért olyan kérdéseket kell megválaszolni, mint például; Mekkora a drón segítségével készült tipikus szkennelés hatóköre és mérete, belső vagy külső, milyen részletes szintre van szükség, és milyen felszerelést kell felszerelni a drónra a rendeltetéséhez?
- **Válasszon megfelelő hardver és szoftvermegoldást** - A drónhasználatra vonatkozó, egyértelműen meghatározott célok és igények segítenek azonosítani a megfelelő hardvermodellt és a szükséges szoftvermegoldást.
- A szoftveres megoldásokhoz számos szolgáltatás áll rendelkezésre, amelyek közül néhány jobban megfelel az egyes iparágaknak, mint mások. Példák olyan szoftveres megoldásokra, amelyek könnyen integrálhatók a market leggyakoribb drónmodelljeivel; Drone Deploy¹⁴², Pix4D¹⁴³ és DJI¹⁴⁴ szoftveres megoldások.^{145-ben}
- **Képzés a drónkezelők számára** - A drónok használatához elengedhetetlen a személyzet képzése vagy a már tapasztalt drónkezelők felvétele. A különböző drónok különböző pilótatudásokat igényelnek a működéshez.

2021. január 1-je óta a repülés szabályai

az Európai Unióban a pilóta nélküli légi járműveknek uniós drónbizonyítványra van szükségük a 250 grammnál nehezebb drónrepülőgépek repüléséhez.¹⁴⁶ Külső szolgáltatók felvételekor

A kkv-knak fontolóra kell venniük a beolvasott adatokra vonatkozó tájékoztatási követelmények hozzáadását (fájlformátum, méret, részletesség szint és a beolvasott terület vagy objektum mértéke stb.) a gazdasági szereplőkkel kötött megállapodásukban.

- **Könnyű kezelhetőség és karbantartás** - A drón típusának kiválasztásakor fontos figyelembe venni a felhasználói profilt és a tervezett alkalmazásokat. Hogy nekem azt a kérdést meg kell válaszolni, hogy hol és hogyan fogják használni a drónt, milyen tömegű felmérő berendezéseket vagy kamerákat kell hordozni (ha van ilyen), ha van integrált globális navigációs műholdrendszere pozicionáló rendszer és melyik szoftver illeszkedik a legjobban a vállalat munkafolyamatába?
- **Repülésbiztonság** - Még akkor is, ha képzett szakemberek üzemeltetik, a balesetek továbbra is előfordulhatnak. Például, ha az akkumulátor lemerül, vagy amikor a drón összeütközik egy másik objektummal az építkezésen. Ezért fontos, hogy a projekt helyszínén legyenek érvényben a drónhasználatra vonatkozó protokollok, például a használatot a helyszín biztonsági vezetőjének kell engedélyeznie, és a drónok használatát akkor kell megtörténnie, ha nem áll fenn a más mozgó tárgyakkal való ütközés veszélye. A Project telephely személyzetét tájékoztatni kell a drón repülési menetrendjéről.
- **Repülési korlátozások, adatvédelem és előírások** - Minden ország és régió rendelkezik a drónok repülésével kapcsolatos korlátozások és előírások listájával nyilvános. Nem minden légtér szabad drónhasználatra. Mikor

drónok helyszíni használatát tervezve javasoljuk, hogy előzetesen ellenőrizze a helyi irányelveket és repülési korlátozásokat, hogy elkerülje a bírságokat vagy akár az esetleges baleseteket.



Beruházási költségek

A drónok hardverárai az egyszerű hobbidrónok 500 eurójától egy szakmaiabb modellek esetében 10000 euróig terjedhetnek.^{147 148 149} A pontos szkennelési célokra szolgáló speciális drónok általában drágábbak, mint a hagyományos hobbidrónok. A tanúsítási képzés az alapvető online képzéstől a professzionális drónpilóta-tanfolyamokig terjed, 100 eurótól körülbelül 1000 euróig.¹⁴⁹ Azoknak a vállalatoknak, ahol a drónok az alapvető üzleti folyamatok részét képezik, érdemes drónt birtokolni. Azonban egyre több olyan cég furgon amely drónok üzemeltetésére szakosodott, és teljes drónrepülési körzet és szkennelési szolgáltatásokat kínál, menta például a Építés Here Szolgáltatás¹⁵⁰ és A DDC intelligens ellenőrzései.^{151-ben}

További olvasmányok témái

A drónok használatának előnyei:

Egy cikk, amely felsorolja a drónok építőiparban való használatának fő előnyeit. Minhaj, *A drónok használatának 7 előnye az építőiparban*, (yourdronereviews.com) <https://yourdronereviews.com/benefits-of-drones-in-construction>

Drónok használata:

Lépésről lépésre szóló útmutató, amely bemutatja a sikeres építési drónprogram és az egymást követő használat lépéseit. Propeller Aero, *Drónok használata az építőiparban: Útmutató kezdőknek*, (propelleraero.com) <https://www.propelleraero.com/blog/using-drones-in-construction-the-beginners-guide/>

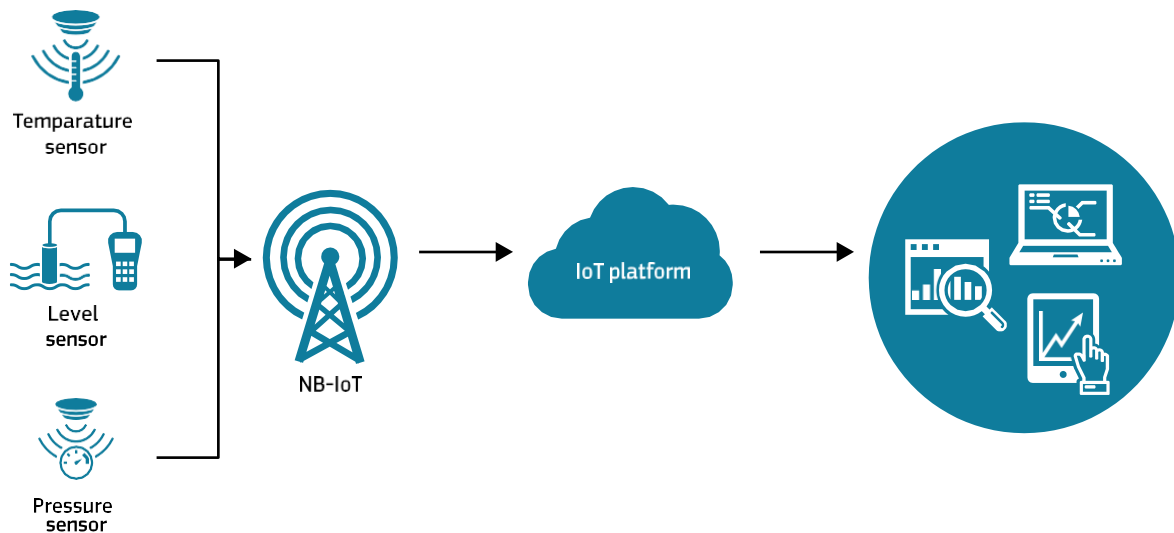
Drónok vásárlása:

Drone Buying Guide 2022: egy cikk, amely felsorolja az összes olyan ételt és funkciót, amelyet figyelembe kell venni a drón vásárlása előtt. Drónvásárlási útmutató 2022 - A megfelelő drón kiválasztása, (drdrone.ca) <https://www.drdrone.ca/blogs/drone-news-drone-help-blog/drone-buying-guide>

9. FEJEZET

ÉRZÉKELŐK SZÜKÜLETBEN

Az érzékelő olyan eszköz, module, gép vagy atrendszer, amely észleli a környezetében (pl. egy épületben) bekövetkező eseményeket vagy változásokat, és az összegyűjtött információkat elküldi más elektronikának, gyakran egy számítógépnek. Az érzékelőket mindig más elektronikával használják. A dolgok internete (IoT) új szintre emeli az érzékelőket. Az IoT lehetővé teszi az érzékelők által gyűjtött adatok más eszközökkel és rendszerekkel való összekapcsolását és cseréjét az interneten vagy más kommunikációs hálózatokon keresztül (lásd: 30. ábra).



30. ábra: Érzékelők és IoT az eseményekre és a környezeti változásokra vonatkozó adatok gyűjtéséhez és cseréjéhez



Előnyök egy kkv-k számára

Az Az érzékelők **kézzelfogható előnyei** Empowasd by IoT ¹⁵²:

- **Az Az időigényes manuális folyamatok automatizálása**, az építőipari munkások munkaterületek és létesítmények ellenőrzésébe küldésének ideje és költségei csökkentése.
- **A monitorozási folyamatok** automatizálása, az IoT-érzékelők és a felhőelemzés lehetővé teszi az épületek és építkezések **automatizált** monitorozását és távoli felügyeletét .
- **Az állásidő csökkentése és az eszközök megelőző karbantartásának lehetővé tétele**, a karbantartási költségek csökkentése megelőző intézkedésekkel.

Fő alkalmazási területek



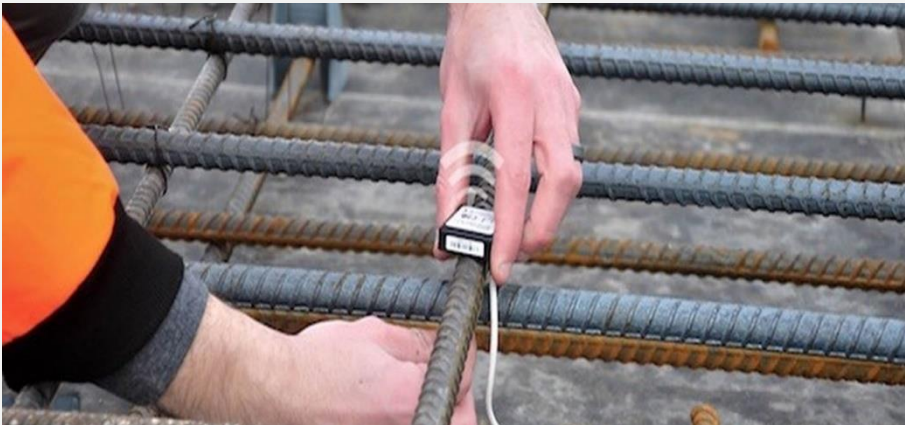
Lehetőség van az építkezések épületeinek, berendezéseinek és környezeti tényezőinek figyelemmel kísérésére és ellenőrzésére különböző érzékelők felhasználásával. Ez lehetővé teszi a vállalatok számára, hogy figyelemmel kísérjék többek között a környezeti feltételeket, például a páratartalmat, a hőmérsékletet, a nyomást, a zajt, a fényerőt és a csapadékindexeket. Az érzékelők kategóriái empowasd by IoT ^{153 154}:

- **Berendezésekbe** vagy automatizált rendszerek részeibe **ágyazott érzékelők**, például érzékelőkbe ágyazott eszközök vagy gépek. Például az építkezésen lévő bulldozerek és daruk rádiófrekvenciás azonosító (RFID) érzékelőkkel rendelkezhetnek, hogy közelségvizsgálatot tudjanak végezni a munkavállalók **veszélyes** zónákba való belépésének vagy veszélyes zónákba való belépésének észlelésére a daruk és bulldozerek közelsége. A közelségvizsgálattal kapcsolatos információkat meg lehet osztani az építőmunkás mobiltelefonjával az interneten keresztül, **hogy figyelmeztessük**.
- **Külső érzékelők**, például mérőórák vagy más érzékelő eszközök a környezetmentális tényezőinek mérésére. Ilyen például egy érzékelő egy épületen belül a méréshez

a páratartalom. Ha a páratartalom túl magas lesz, az éghajlati rendszer aktiválható. Ez csak akkor lehetséges, ha mind a páratartalom-érzékelő, mind az éghajlati rendszer csatlakozik az internethez.

- **Viselhető eszközök**, például intelligens textíliák, intelligens kalapok és intelligens biztonsági szemüvegek, amelyeket az építőmunkások viselhetnek (lásd: 31. ábra). ¹⁵⁵
Az építőmunkások okosruházatán lévő érzékelők például képesek lesznek figyelemmel kísérni a munkavállaló életkori állapotát, például a testhőmérsékletet, a vérnyomást, a pulzusszámot, az izomfeszülést stb. Ezeket az információkat az interneten keresztül lehet elküldeni a **munkavállaló** mobiltelefonján lévő alkalmazásba, amely alapján figyelmeztethető, hogy pihenjen, ha élettani állapota ezt megkívánja.

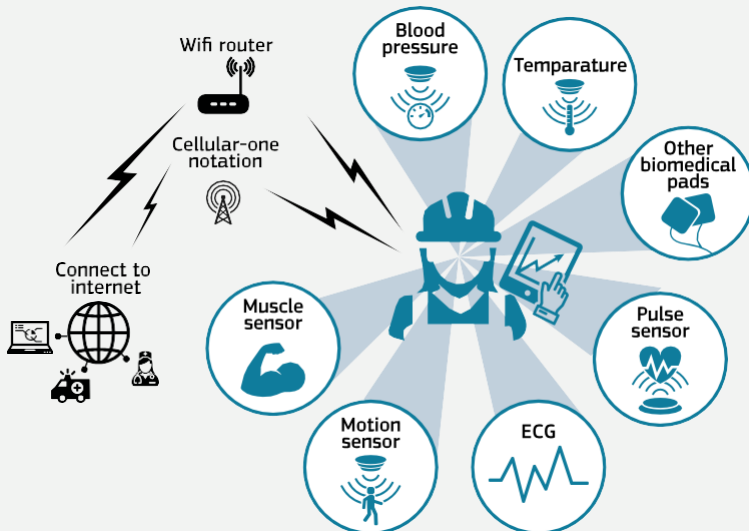
A fent említett három alkalmazási területen keresztül gyűjtött érzékelőadatok felhasználhatók a BIM-modellek továbbfejlesztésére is, valós idejű adatokkal az épület tényleges állapotáról. A BIM-mel kapcsolatos további részletekért lásd a 4. fejezetet.



31. ábra: A teljesen öntött betonba ágyazott érzékelők folyamatosan küldhetnek konkrét hőmérsékleti és szilárdsági adatokat a felhőbe. ^{156-ról}



32. ábra: A sérülések megelőzését okozó viselhető eszközök mozgási adatokat használnak fejlett adatelemzéssel kombinálva a munkahelyi sérülések, például a hát- és vállsérülések megelőzése ¹⁵⁷



33. ábra: Az építkezés digitális bőre : Intelligens szenzortechnológiák a jövő intelligens építkezéséhez ¹⁵⁸

Az építkezések megfigyelése mellett vannak olyan eszközök nyomkövető eszközökkel összekapcsolt érzékelők is, amelyek lehetővé teszik nemcsak a munkavállalók, hanem az eszközök és az építőipari berendezések munkaelőnyének és biztonságának nyomon követését is. Ezek a megoldások jelentősen javítják a helyszíni biztonságot azáltal, hogy pontosan meghatározzák az alapvető építőanyagokat és biztosítják azok integritását. Speciális konstrukció

az anyagfelhasználás ellenőrizhető, és a felvonók, kotrógépek és daruk általános állapota is ellenőrizhető. létfontosságú tudni, hogy a kritikus berendezések hogyan teljesítenek mindig, és az általános anyagfelhasználást mutató kulcsfontosságú adatokhoz való hozzáférés komolyan csökkentheti a költségeket és az állandó manuális ellenőrzéseket.



Végrehajtás

Az érzékelők megvalósítása előtt figyelembe veendő alapvető témák a következők:

- **Az érzékelő típusa:** az érzékelő típusa célonként eltérő. Ezért szervezatként fontos felismerni, hogy milyen adatokat kell gyűjtenie, és ezt követően milyen típusú érzékelőre van szüksége (pl. hőmérséklet, levegőminőség, nyomás stb. méréséhez).
- **A mögöttes infrastruktúra:** alapvető infrastruktúrára van szükség az érzékelő által gyűjtött adatok továbbításához, tárolásához és feldolgozásához, például:
 - Központosított (a felhőn keresztül), decentralizált vagy helyi adattárolás¹⁵⁹, amely biztosítja a strukturált és strukturálatlan információk valós idejű feldolgozását és tárolását.
- **Csatlakozás az adatfolyamokhoz:** eszközök és berendezések között, például WiFi-n keresztül.
- **Magas szintű biztonság¹⁶⁰:** ez biztosítja, hogy az érzékeny információk bizalmasak maradjanak.
- **Megbízható adatelemzés¹⁶¹:** amely intelligens információkat nyújt például a páratartalomról, a hőmérsékletről, a nyomásról és a zajról a megfelelő döntéshozatalhoz.
- **Az adatokkal kapcsolatos döntések:** magára az adatokra vonatkozóan olyan kérdéseket kell megválaszolni, mint például:
 - Mit kell nyomon követni, és milyen adatokat kell gyűjteni?
 - Mekkora a monitoringminta mérete (a munkavállalók/szakemberek száma)?
 - Melyek az építőipari vállalat projektterületei (pl. épületek, infrastruktúrák, szolgáltatók)?
 - És milyen típusú megoldások állnak rendelkezésre és azok alkalmazásai a kontextushoz?
- **Elektronikus adatgyűjtő eszközök:** az érzékelők sikeres megvalósításához az elektronikus adatgyűjtő eszközöknek számos kritériumnak kell megfelelniük, mint például: a beruházás megtérülése (ROI), ellenállás és tartósság, energiakapacitás vagy energiafüggetlenség, ergonómiai méretek és súlyok, felhasználóbarát, skálázhatóság, reliabilitás, nagyfrekvenciás adatátviteli sebesség, kisebb specifikus kommunikációs infrastruktúra lehetséges és adatbiztonság. E kritériumoknak való megfelelés az előző négy kérdésre adott válaszok alapján kialakított kontextustól függ.



Beruházási költségek

Az építési célokra (pl. a munkavállalók veszélyes zónákba való belépésének észlelésére) használt érzékelők az építőipari kkv rovására mennek. Az épületen belül használt érzékelők, amelyek intelligens otthont kínálnak az ügyfélnek (pl. a páratartalom mérésére), az ügyfél kárára történnek, és valószínűleg a lakásban lesznek átalakítva.

Ennek az az előnye, hogy az érzékelők ára csökken. Egy dolgok internete (IoT) érzékelőinek átlagára a 2004-es 1,30 USD-ről 2018-ra 0,44 USD-ra csökkent a Microsoft "2019 Manufacturing Trends" jelentése szerint.¹⁶² Az érzékelők azonban nem a legdrágább elemek.

Egy költséget befolyásoló hat legfontosabb tényező egy következő: to¹⁶³:

- Szoftver szoftver
- Infrastruktúra
- Állásidő a gépek újrasereléséhez és egyéb frissítések végrehajtásához
- Egy tárolókapacitás Előfizetési díjai
- Biztonsági intézkedések

További olvasmányok témái

Az építkezés digitális bőre

Szakirodalmi áttekintő cikk, amelynek célja a jövő intelligens építkezésének digitális bőrének fogalmának feltárása és meghatározása. Ruwini Edirisinghe, *Az építkezés digitális bőre: Intelligens érzékelőtechnológiák a jövő intelligens építkezése felé*, (emerald.com)

<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/ECAM-04-2017-0066/full/pdf?title=digital-skin-of-the-építési-terület-intelligens-érzékelő-technológiák-a-jövő-felé-intelligens-építési-telephely>

Útmutató az IoT megvalósításához :

Egy cikk, amely a szervezetben a sikeres IoT-implementáció lépéseit és követelményeit határozza meg. *IoT megvalósítási útmutató*, (mokosmart.com)

<https://www.mokosmart.com/iot-implementation-guide/>

10. FEJEZET

IOT ÉS MOBIL A SZŰKÜLETBEN

A dolgok internete (IoT) olyan fizikai objektumokra (vagy objektumcsoportokra) vonatkozik, amelyek érzékelőkkel, feldolgozási képességgel, szoftverekkel és más technológiákkal rendelkeznek, amelyek az interneten vagy más kommunikációs hálózatokon keresztül más (mobil) eszközökkel és rendszerekkel kapcsolnak össze és cserélnék adatokat.¹⁶⁴ Az építőiparban használt mobileszközök például okostelefonok, táblagépek, laptopok, intelligens órák, e-olvasók, flash memóriaeszközök és kézi játékkártyac onsoles.





Előnyök egy kkv-k számára

A dolgok internete és az építőipari mobil eszközök jelentősen hozzájárulhatnak az építkezésen dolgozó kkv-k helyszíni termelékenységének és biztonságának javításához azáltal, **hog**y többek között között ^{165 166,}

- Az új elemzési eljárások egy munkavállalók helyének és pályáinak földrajzi feltérképezésére összpontosítanak, **hog**y számszerűsítsék az egyes munkaterületeken eltöltött időt.
- Az Az érzékelők monitorozása segíthet olyan védelmi intézkedésekben menta például az építkezéseken a társadalmi távolságtartásra vonatkozó szabályok a globális pandémiás betegségek korában.
- Az a képesség, hogy szinte azonnal _ mindenkit elszámoljon egy helyszíni vészhelyzet vagy vészhelyzet evakuálás során, és meghatározza, **hog**y az emberek korlátozott zónákban van-e.
- Egy munkavégrehajtás megkönnyítése azáltal, **hog**y lehetővé teszi a dolgozók számára, **hog**y információkat hívjanak vissza viselhető eszközeikről (pl. 3D modellek, tervezési fájlok).



Fő alkalmazási területek

Az IoT és a mobil eszközök területén az építőipari kkv-k számára releváns két kulcsfontosságú alkalmazás a hordozható eszközök és az építőipari dolgozók számára készült viselhető eszközök.

A hordozható eszközök elektronikus eszközök (pl. okostelefonok, táblagépek, flash memóriaeszközök). További példák:

- RFID (rádiófrekvenciás azonosítás), címkék/eszközök
- UWB (ultraszéles sávú), címkék/eszközök
- GPS (globális helymeghatározó rendszer), címkék/eszközök
- IMU (inerciális mértékegység), címkék/eszközök
- Vonalkód / QR kód, címkék vagy passzív címkék

A viselhető eszközök egyrészt azok az eszközök, amelyek a test mellett vannak, beragasztva vagy ruhában, valamint azok, amelyek a munkavállalók egyéni védőfelszereléséhez kapcsolódnak. Példák:

- Fiziológiai érzékelők (pl. elektroencefalogram, elektrokardiogram, fotopletizmográfia)
- Okosórák és karszalagok
- Vegyes látású szemüveg (pl. Google Glass és Microsoft HoloLens)
- Életminőség és sportos viselhető eszközök (pl. sportruházat, amely figyelni az izomerőt, gyűrű, amely figyelni a testmozgást és a tevékenységeket, elektronikus kesztyűk a motor megnövekedett teljesítménye érdekében)

Mind a hordozható eszközök, mind a viselhető eszközök hozzájárulnak a mobil adatrögzítésnek nevezett alkalmazáshoz. A mobil adatrögzítés az a folyamat, amely valós idejű adatokat gyűjt az építkezésen. Az adatok magukban foglalhatják a telepített anyag mennyiségét, a ledolgozott órákat, illetve a biztonsági ellenőrző listákat és a napi jelentéseket. ¹⁶⁷ Mivel a mobiladat-rögzítés célja, hogy segítse az irodán kívüli dokumentációt, az adatokat mobiltelefon vagy táblagép segítségével (amelyen a sablonokat ki kell tölteni) vagy érzékelőkön, intelligens órákon stb. keresztül gyűjtik. Ezek az adatok az építkezésen lévő mobiltelefonról vagy táblagépről, de az iroda asztaláról is elérhetők. ¹⁶⁸ A mobil adatgyűjtő szoftverek egyik módja a termelékenység javítása, ha dokumentációs sablonokat biztosítanak. A biztonsági ellenőrzőlisták és egyéb jelentések gyorsabbá és részletesebbé válnak, mivel a sablonokat előzetesen rendelkezésre bocsátják. ^{169-ben}

A fent bemutatott hordozható és hordható eszközök kulcsfontosságú megoldások a szélesebb "Worker 4.0" termelékenységi kerethengerek¹⁷⁰ részeként. Portugáliában kidolgozzák a "Worker 4.0" termelékenységi keretet az építőipari dolgozók tevékenységeinek (pl. téglák elhelyezése, szállítása, robottámogatással történő kőművesség) termelékenységének mérésére és javítására. Az építőmunkások mobil és hordható eszközei lehetővé teszik az építési tevékenységek mérését és improvizációját.



Végrehajtás

A "Worker 4.0" keretrendszer végrehajtása négy szakaszból következik, ami összhangban van a tervvel, a Do, Check, Act approach^{171-gyel}:

1. **Megtervezi** azokat a tevékenységeket, amelyeket az építőmunkásnak végre kell hajtania (pl. téglá elhelyezése);
2. **Gyűjtse össze** az építőipari munkás tevékenységére vonatkozó adatokat;
3. Az építőmunkás által **végzett tevékenységek** termelékenységének és gépesítési szintjének **elemzése**;
4. A helyszíni termelékenység **javítása** a folyamatos fejlesztési eljárások ellenőrzésére és létrehozására irányuló intézkedések végrehajtásával.

Emellett azonban a következő elemeket kell figyelembe venni:

- Az ellenőrzésen áteső munkavállalóknak tájékoztatást és képzést **kell** kapniuk az eszközökről.
- A jogi és etikai szabályok fényében bele kell egyezniük a napi feladatok végrehajtása során végzett teljesítményükre vonatkozó adatok gyűjtésébe.
- Az adatok anonimizálása kulcsfontosságú eleme a magánélet garantálásának. A magánélet védelmével kapcsolatos kérdéseket az Európai Unió általános adatvédelmi rendelete (GDPR) **vezérli**.



Beruházási költségek

A hordozható és hordható eszközök széles választéka **létezik**, amelyek mindegyike ^{172-es} költségekkel jár. Szerencsére a technológia meglehetősen fejlett, és az alacsony költségű hordozható és hordható technológiákat úgy fejlesztették ki, hogy passzívan nyomon kövessék a munkavállalók részvételét, ugyanakkor jelentősen javítsák a helyszíni biztonságot. Azok az eszközök, amelyeket soha nem kell újratölteni vagy bekapcsolni, csatlakoztathatók egyéni védőeszközökhöz (PPE), például keménykendőkhöz vagy biztonsági mellényekhez, így csatlakoztatva a dolgozót a felhőben üzemeltetett alkalmazotti felügyeleti megoldáshoz.

További olvasmányok témái

Mobileszközök az építőiparban:

Egy kutatási cikk, amely a mobileszközök, például táblagépek és mobiltelefonok növekvő használatát és hatékonyságát vizsgálja az építkezésen.

Mobil eszközök implementációja az építőiparban a munkahelyeken, (ScienceDirect.com)
https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705815032014?ref=pdf_download&fr=RR-2&rr=72d475fc78cc0b4b

Az építkezések jövője:

Ez a cikk az új Construction 4.0 hatását ismerteti az építkezéseken dolgozó precessekre és munkásokra .

Munkás 4.0: Az érzékszertelt építkezések jövője, (mdpi.com)
<https://www.mdpi.com/2075-5309/10/10/169>