

Pap Réka Zsófia\*

# ELLÁTÁSI LÁNC FEJLESZTÉSE GENERÁLKIVITELEZÉSBN LEAN SZEMLÉLET MENTÉN

## SUPPLY CHAIN DEVELOPMENT IN GENERAL CONTRACTING THROUGH LEAN THINKING

### KIVONAT / HUN

Az építőiparban a hatékonyság növelése és a veszteségek csökkentése egyre sürgetőbb kihívás. A lean szemlélet alkalmazása lehetőséget kínálhat arra, hogy az anyagáramlás optimalizálásával és az információáramlás fejlesztésével növeljük a kivitelezési projektek eredményességét. Jelen tanulmány a Hungaroring építési projektjén keresztül mutatja be, hogyan támogathatók a kivitelezési folyamatok digitális megoldásokkal az anyagáramlás és az információkezelés optimalizálása érdekében. A just-in-time (JIT) elv alkalmazása minimalizálja a raktározási költségeket és biztosítja az anyagok időben történő rendelkezésre állását. A digitalizált készletnyilvántartás és az IT-megoldásokkal integrált ellátási lánc menedzsment révén a különböző szereplők hatékonyabb koordinációja valósulhat meg. A folyamatok elemzéséhez értékáram-térképezést alkalmaztunk, amely feltárta a jelenlegi működés hiányosságait, segítve a veszteségek csökkentését és az optimális rendszer kialakítását. Az eredmények igazolják, hogy a lean elvek és a digitalizáció kombinációja jelentős idő- és költségmegtakarítást eredményezhet az építőipari projektekben.

**Kulcsszavak:** lean construction, anyagáramlás, just-in-time (JIT), hatékonyságnövelés, értéklánc menedzsment

### ABSTRACT / ENG

In the construction industry, increasing efficiency and reducing waste is an urgent challenge. The application of lean thinking offers an opportunity to improve the success of construction projects by optimizing material flow and enhancing information flow. This study demonstrates, through the Hungaroring construction project, how construction processes can be supported by digital solutions to optimize material flow and information management. The application of the just-in-time (JIT) principle minimizes storage costs and ensures timely availability of materials. Through digital inventory management and supply chain management integrated with IT solutions, more efficient coordination among stakeholders can be achieved. Value stream mapping was used to analyse the processes, revealing the deficiencies in the current operations, helping to reduce waste and design the optimal system. The results confirm that combining lean principles and digitalization can lead to significant time and cost savings in construction projects.

**Keywords:** lean construction, material flow, just-in-time (JIT), efficiency improvement, value chain management

## 1. | BEVEZETÉS

Kétségtelen, hogy az építőipari ágazat mindig nagy hatással van minden ország gazdaságának egészére, és hogy ez egy olyan tevékenység, amely világszerte számos sajátos jellemzővel rendelkezik más gazdasági tevékenységekhez képest. A közelmúltban készült tanulmányok rávilágítottak a hatékony ellátásilánc-menedzsment (SCM: Supply Chain Management) elfogadásának fontosságára az építőipari vállalatokon belül, az építőipari ágazat teljesítményének és termelékenységének javítása érdekében.

A lean szemlélet alkalmazása az építőiparban egyre nagyobb figyelmet kap, hiszen a hagyományos projektmenedzsment megközelítések sok esetben nem képesek megfelelően kezelni az iparág sajátosságait. Az ellátásilánc-menedzsment és a lean módszerek integrációja kulcsfontosságú lehet az építési projektek hatékonyságának és termelékenységének növelésében, hiszen az építőipari ellátási láncok komplexitása

és a kereslet-kínálat közötti egyensúlyhiány jelentős mértékben rontja a projekt teljesítményét.

A jelenlegi kutatás célja annak feltárása, hogy a lean elvek mentén hogyan érhető el nagyobb hatékonyság a kivitelezési folyamatokban, különösen a logisztika, az építésvezetés és a támogató területek együttműködésének fejlesztésével. Az építési projektek – mint a Hungaroring fejlesztése – kiváló terepet biztosítanak ezen módszerek gyakorlati alkalmazására és továbbfejlesztésére.

## 2. | ÚJ SZEMLELET A KIVITELEZÉS MENEDZSMENTJÉBEN

### 2.1. KIVITELEZÉS ÉS JÖVŐKÉP: A HUNGARORING PROJEKT

A Hungaroring a Formula-1 Magyar Nagydíj helyszínévé ismert (1. ábra), és Magyarország egyetlen Formula-1-es versenypályájaként kiemel-

kedő szerepet játszik a nemzetközi motorsport világában. A pálya építése 1985-ben kezdődött, és rekordidőnek számító nyolc hónap alatt készült el. Az első Magyar Nagydíjat 1986. augusztus 10-én rendezték meg, amely történelmi pillanat volt, hiszen a pálya elsőként adott otthont a szocialista blokk országai közül Formula-1-es versenynek. A pálya tervezését Papp István és Gulácsi Ferenc végezték, a projekt célja az volt, hogy a közép-európai régióban is nemzetközi szintű versenyek rendezésére alkalmas létesítmény jöjjön létre. Az eredetileg 4 014 méteres pálya hossza az idők során változott, mivel több átalakítást is végrehajtottak rajta. A legnagyobb módosítások közé tartozik a célegyenes meghosszabbítása és a kanyarok átalakítása 2003-ban, amelyet követően a pálya hossza 4 381 méterre növekedett [1].

A Hungaroring folyamatosan fejlődésre szorul, hogy megfeleljen a legújabb Formula-1-es technikai és infrastrukturális követelményeknek. Az utóbbi évek legnagyobb felújítása 2023-ban kezdődött, és a projekt vár-



1. ÁBRA: A megújult Hungaroringról látképe, fotó: Nagy Mihály [3]

hatóan 2026-ra fejeződik be. A felújítás keretében teljeskörűen megújul a főlélató, a főépület, valamint két új alagút építésére is sor kerül. A beruházás összértéke 78,9 milliárd forint, és az új fejlesztések célja, hogy a pálya szintjét és infrastruktúráját modernizálják, miközben megőrzik az események iránti nemzetközi érdeklődést. Az első ütemben elkészült a 8 000 négyzetméteres paddock, emellett jelentős közműhálózati fejlesztéseket is végeztek, a környezet rendezésével egyetemben. A projekt célja, hogy a pálya továbbra is az egyik legfontosabb nemzetközi motorsport esemény, a Formula-1 Magyar Nagydíj helyszínévé váljon [2].

## 2.2. A LEAN MENEDZSMENT RELEVÁNCIÁJA AZ ÉPÍTŐIPARBAN

A lean filozófia alkalmazása népszerű stratégiává vált a hatékonyság növelésére, a veszteségek csökkentésére és a folyamatok optimalizálására törekvő szervezetek számára. A kezdetben a Toyota által bevezetett, a gyártásban úttörőnek számító lean elveket azóta számos körben alkalmazzák más iparágakban, beleértve az egészségügyet, a pénzügyet, a technológiai, a szolgáltatási és az építőipari szektorokat. A lean bevezetésével a munkafolyamatok áramvonalasabbak lesznek, a termelékenység fokozódik, végső soron pedig nő az ügyfélélegedtség is.

A lean menedzsment olyan eszközök és módszerek összessége, amelyek csökkentik a felesleges tevékenységeket és maximalizálják az értékteremtést. Womack és Jones [4] határozta meg az öt lean alapelvet:

1. érték meghatározása,
2. értékáram feltérképezése,
3. folyamatos áramlás biztosítása,
4. húzórendszer kialakítása,
5. tökéletességre törekvés.

Ezek az elvek az építőipari logisztikában is alkalmazhatók, különösen a just-in-time (JIT) rendszer segítségével, amely minimalizálja a raktározási igényt és optimalizálja az anyagellátást. A JIT alkalmazása az építőiparban csökkenti az anyagmozgatási időt, javítja a munkahelyi rendet és csökkenti a túlzott készletezéssel járó költségeket [5]. Ennek eredményeként az építőanyagok pontos időben érkeznek a

munkaterületre, elkerülve a felesleges tárolást és az anyagvesztést. Továbbá, a JIT segíti a folyamatos áramlás biztosítását, amely csökkenti a munkafolyamatok közötti várakozási időt és növeli a teljesítményt [6].

Az építőipar legalább három tényező miatt különbözik más iparágaktól:

1. a projektek egyedi jellege,
2. a helyszíni gyártás és
3. az ideiglenes szervezés [7].

E sajátosságok ellenére számos erőfeszítés történt a más iparágakban bevált gyakorlatok, különösen a feldolgozóiparból származó módszerek átvételére az építőiparban. Az elmúlt évtizedekben a kutatók és az iparági szakemberek különböző filozófiák alkalmazására törekedtek az építőipar hatékonyságának és eredményességének növelése érdekében, amelyek közül az egyik a lean építési menedzsment. A lean építés menedzsment az építőiparban alkalmazott termelési rendszerek olyan tervezését jelenti, amely minimalizálja az anyag-, idő- és munkaerő-pazarlást, miközben a lehető legnagyobb értéket hozza létre. Ez a megközelítés a feldolgozóiparban sikeresen alkalmazott lean menedzsment elveit adaptálja az építőipar sajátos környezetéhez. A lean menedzsment építőipari logisztikában történő alkalmazásának lehetőségeit vizsgáló kutatások rámutatnak, hogy a lean eszközök integrálása az építőipari folyamatokba jelentős hatékonyságnövekedést eredményezhet [8].

Bár a lean menedzsment sikeresen működik a feldolgozóiparban, az építőiparban történő alkalmazása kihívásokkal teli. Az elszigetelt eszközhasználat sok esetben nem vezet fenntartható eredményekhez, mivel a teljes ellátási lánc optimalizálásához integrált szemlélet szükséges. A sikeres implementáció kulcsa a teljes lean rendszer alkalmazása, amely magában foglalja az értékáram-feltérképezést, a folyamatos anyagáramlást és az utánpótlási rendszerek stratégiai kialakítását. Az építési projektek során a helyszíni anyagellátás és készletezés optimalizálása kulcsfontosságú tényező, amely jelentősen befolyásolja az átfutási időt és a költségeket. A tanulmány célja, hogy bemutassa, hogyan lehet a lean szemléletet az építőipari ellátási lánc menedzsmenttel összekapcsolni a hatékonyság növelése érdekében.

## 2.3. AZ ANYAGÁRAMLÁS KIHÍVÁSAI ÉS LOGISZTIKAI MEGOLDÁSOK AZ ÉPÍTŐIPARI ELLÁTÁSI LÁNCBAN

Az elmúlt két évtizedben a feldolgozóipar az ellátási láncok menedzsmentjét az üzleti élet új módjaként azonosította. Az építőiparban, hasonlóan a feldolgozóiparhoz és más szolgáltatási ágazatokhoz, olyan új tendenciák jelennek meg, amelyek célja a végfelhasználó végső elégedettségének biztosítása. A lean építés menedzsment a termelési rendszerek olyan módon történő megtervezését jelenti, amely az anyag-, idő- és erőforráspazarlás minimalizálása mellett a lehető legnagyobb értéket termeli. Az ellátási lánc menedzsmentjének alkalmazása elengedhetetlen a hatékonyság javításához és a versenyelőny növeléséhez. Az ellátási lánc menedzsment alapvető célja az anyag- és információáramlás optimalizálása, valamint az együttműködés fokozása a projekt résztvevői között.

Számos nemzetközi empirikus kutatás megerősíti, hogy a lean elvek és az ellátási lánc-menedzsment (SCM) kombinálása növeli az építési projektek hatékonyságát. Különösen a just-in-time (JIT) rendszer alkalmazása bizonyult hatékonynak az átfutási idők csökkentésében és a költségek optimalizálásában. Ballard és Howell [6] kutatásai rávilágítottak arra, hogy a lean alapú termelésvezérlés (pl. Last Planner System) és a jól strukturált anyagáramlás jelentős időmegtakarítást eredményezhet. Egy későbbi, integrált logisztikai modell alapján készült tanulmány szerint a lean és SCM szinergiája akár 20-30%-os hatékonyságjavulást is eredményezhet az építőiparban. Vrijhoef és Koskela [9] szerint az építőipar legalább három fő tényező mentén tér el más iparágaktól: a helyszíni gyártás, az ideiglenes szervezés és a projektek komplexitása. Bár a projektalapúság más iparágakban is jelen van, az építőiparban ez különösen hangsúlyos az erőforrások mobilitása és a szűkös ütemezések miatt. Ezek a jellemzők kihívásokat jelentenek az ellátási lánc hatékony működtetésében.

Az építőipari projektek sikeressége nagymértékben függ az anyagellátás megbízhatóságától. Az ellátási lánc komplexitása és a kereslet-kínálat ingadozása jelentős hatással van a projektek költségeire, időbeli teljesítésére és általános hatékonyságára [7].



### 2.3.1. Az ellátási lánc komplexitásának hatása

Az építőipari anyagellátás egyik legnagyobb problémája az ellátási lánc összetettsége. A nagy számú beszállító és az egymással párhuzamosan zajló anyagmozgások miatt az időben történő szállítás valószínűsége csökken. Az úgynevezett „matching problem” azt mutatja be, hogy minél több különálló anyagszállítás történik, annál nagyobb az esélye annak, hogy egy vagy több anyag késve érkezik meg [6]. Ha például egy építkezésen 10 beszállító van, és mindegyik 99%-os pontossággal szállít, akkor az összes szükséges anyag egyidejű megérkezésének valószínűsége csupán 90% lesz [7]. Amennyiben a beszállítók száma 20-ra nő, ez az érték 82%-ra csökken, ami komoly kockázatot jelenthet a projekt ütemezésére nézve [10].

Az ellátási lánc túlzott összetettsége nemcsak késéseket, hanem felesleges készletezést is eredményez. Az anyagokat gyakran előre kiszállítják az építési helyszínre, hogy biztosítsák a folyamatos munkavégzést, azonban ez helyhiányt, anyagkárosodást és készletvesztést okozhat [10].

### 2.3.2. Kereslet és kínálat egyensúlyának hiánya

A fenti tények ellenére számos erőfeszítést tettek annak érdekében, hogy a különböző iparágakból, különösen a feldolgozóiparból származó bevált gyakorlatokat átültessék az építőiparba. Az elmúlt néhány évtizedben a kutatók és az az építőiparban releváns személyek más iparágakban elfogadott különböző filozófiák felé mozdultak az építőipar hatékonyabbá és eredményesebbé tétele érdekében. Az ellátási lánc menedzsment (SCM) ezek egyike. E filozófia elfogadásának fő mozgatórugója a különböző iparágakban elért sikerek voltak [10].

## 3. | ESETTANULMÁNY

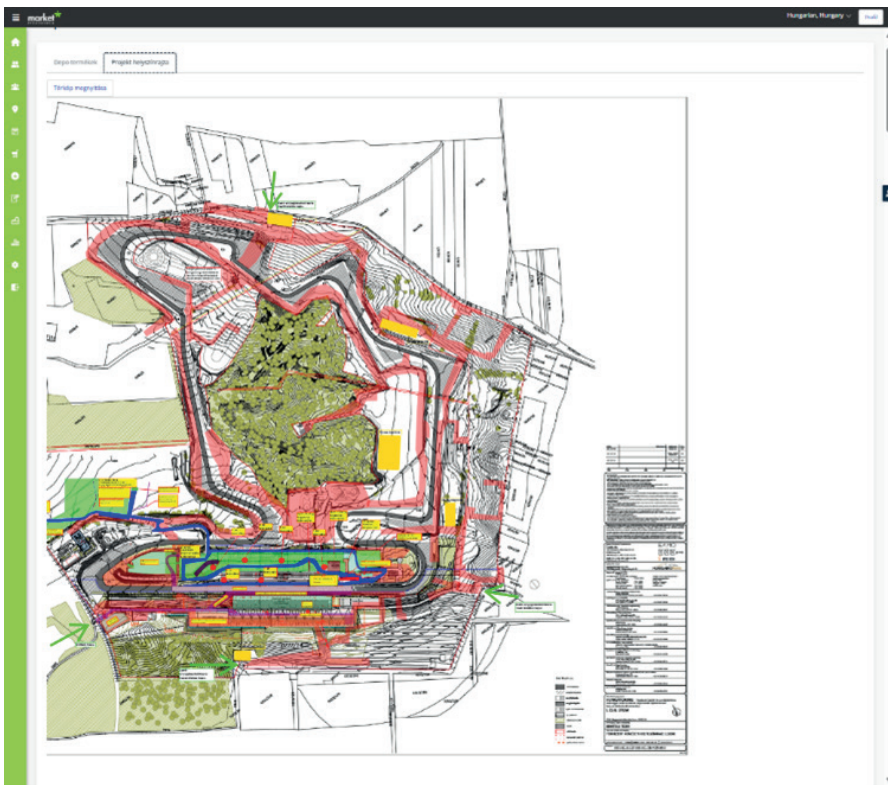
A Hungaroring felújítási projektén történő fejlesztésünk kiváló példa arra, hogyan lehet a lean szemléletet és az ellátási lánc-menedzsmentet (SCM) integrálni a modern építési folyamatokba. A kivitelezés hatékony irányítása és a költséghatékony megvalósítás érdekében különösen fontos, hogy az anyagá-

ramlás és a kommunikáció valamilyen támogatást kapjon, tekintettel arra, hogy az építésvezetés, előkészítés, és a támogatói területek fizikailag nem egy helyen helyezkednek el, ezért kézenfekvő digitális megoldásokat keresni.

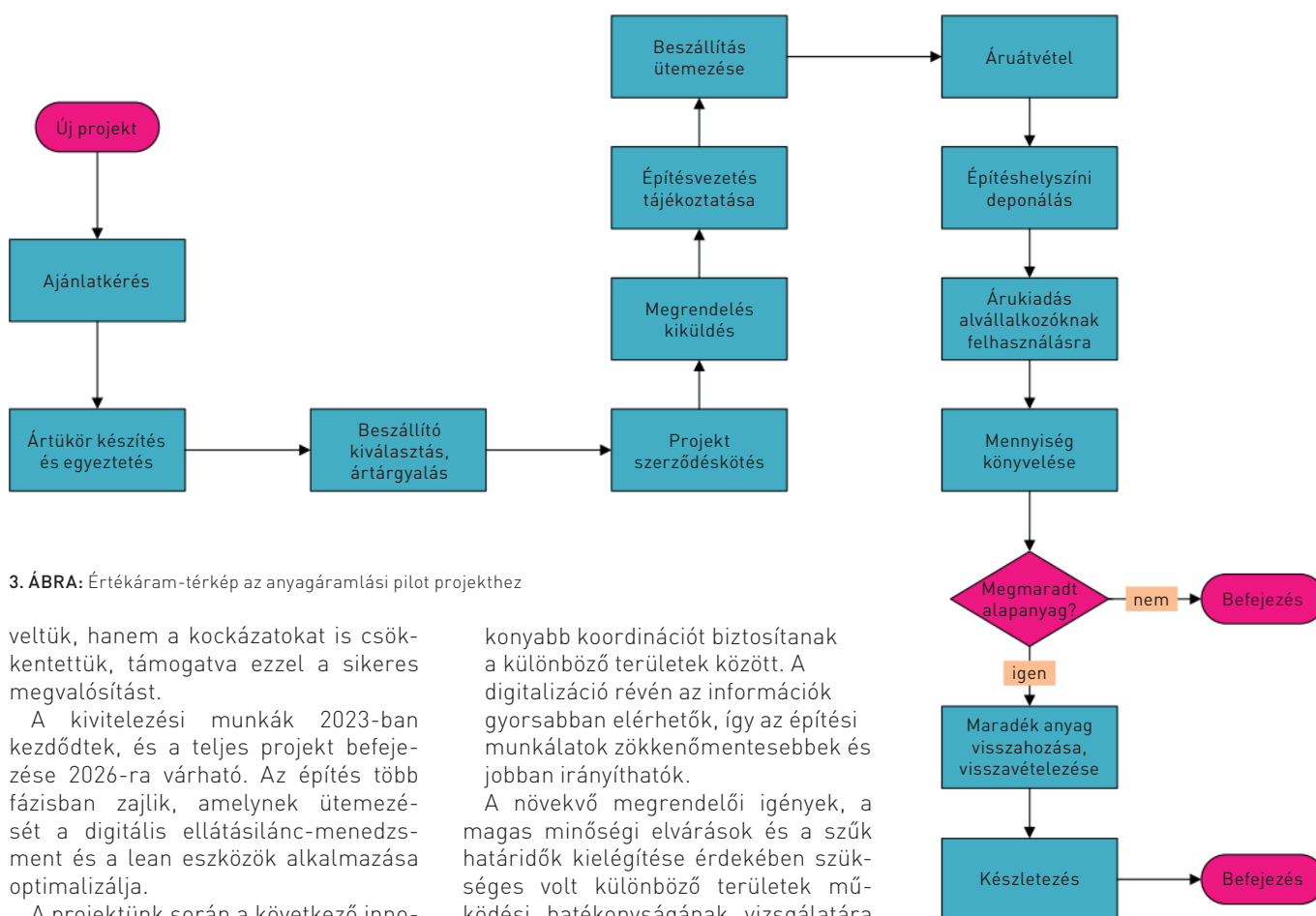
A Hungaroringen jelenleg zajló építési munkák a versenypálya infrastruktúrájának fejlesztésére összpontosítanak (2. ábra). A projekt célja a modern versenyzési követelményeknek megfelelő kiszolgáló létesítmények létrehozása, beleértve a depózónát, a paddock területeket és a versenyzői infrastruktúrát.

A tárgyi projekt egy igen nagy és jelentős építési beruházás, amely több különböző szakterület együttes koordinációját igényli. A kivitelezési munkálatok során több mint 8 000 négyzetméter alapterület újul meg, amely magában foglalja az új paddock építését, a főépület és a főlelátó teljeskörű rekonstrukcióját, valamint a versenypálya környezetének infrastruktúra-fejlesztését. Az építkezés során megközelítőleg 25 000 tonna beton, 2 500 tonna acélszerkezet, 200 km erős áramú kábel, valamint 14 000 tonna aszfalt kerül beépítésre. A projektben több mint 150 alvállalkozói szerződés kötött meg, amelynek 20%-a beszállító, az utcai bútoroktól kezdve a konténerek importőrjeiig.

A Market Építő Zrt. stratégiájának egyik meghatározó eleme a lean szemléletmód bevezetése és alkalmazása az építőipari projektekben. A vállalat célja, hogy a lean-menedzsment elveit követve minimalizálja a veszteségeket, javítsa a folyamatok átláthatóságát és növelje az építés hatékonyságát. Ennek érdekében a Market évek óta tudatosan fejleszti folyamatait, és számos építkezésen pilot projektként alkalmazza a módszertan elemeit. A Hungaroring projekt kapcsán is a lean alkalmazása mellett döntöttünk, mert a beruházás komplexitása – a szoros határidők, a nagyszámú beszállító és alvállalkozó koordinálása, valamint az anyagáramlás optimalizálása – szükségessé tette a veszteségek csökkentését és a folyamatos fejlesztést. A lean elvek – például a just-in-time anyagmozgatás, a vizuális menedzsment és a folyamatos fejlesztés (kaizen) – biztosítják, hogy az építkezés gördülékenyen, felesleges várakozási idők és erőforrás-pazarlás nélkül haladjon előre. Ezáltal nemcsak a projekt hatékonyságát nö-



2. ÁBRA: Organizációs terv a Hungaroringről a Mendix szoftverben a depónálási területek részleteiről



3. ÁBRA: Értékáram-térkép az anyagáramlási pilot projekthez

vettük, hanem a kockázatokat is csökkentettük, támogatva ezzel a sikeres megvalósítást.

A kivitelezési munkák 2023-ban kezdődtek, és a teljes projekt befejezése 2026-ra várható. Az építés több fázisban zajlik, amelynek ütemezését a digitális ellátásilánc-menedzsment és a lean eszközök alkalmazása optimalizálja.

A projektünk során a következő innovatív lépéseket tettük a lean szemlélet jegyében a hatékonyság javítása érdekében:

- *JIT (just-in-time) elv alkalmazása:*

A helyszíni anyagellátás optimalizálása érdekében a JIT elvet alkalmazzuk, amely lehetővé teszi az anyagok időben történő szállítását, minimalizálva a raktározási költségeket és biztosítva a megfelelő időpontban történő felhasználást.

- *Digitalizált készletnyilvántartás:*

A pontos anyagkezelés érdekében digitalizált készletnyilvántartást vezettünk be, amely biztosítja a folyamatos nyomon követhetőséget az anyagok beérkezésétől kezdve azok felhasználásáig. Az alkalmazott rendszer lehetővé teszi az anyagok átvételének, készletezésének és kiadásának automatizálását, jelentősen csökkentve az emberi hibák lehetőségét.

- *Ellátásilánc-menedzsment és IT integráció:*

Az SCM folyamatokat kombináltuk IT-megoldásokkal, amelyek haté-

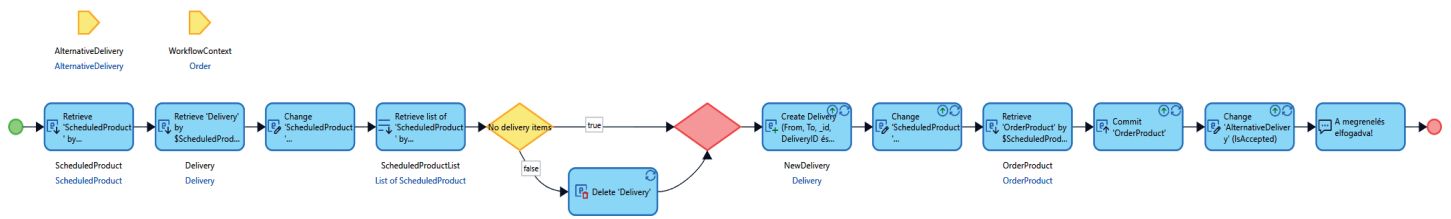
konyabb koordinációt biztosítanak a különböző területek között. A digitalizáció révén az információk gyorsabban elérhetők, így az építési munkálatok zökkenőmentesebbek és jobban irányíthatók.

A növekvő megrendelői igények, a magas minőségi elvárások és a szűk határidők kielégítése érdekében szükséges volt különböző területek működési hatékonyságának vizsgálatára és a veszteségek tanulmányozására. A kivitelezéshelyi anyagáramlási folyamatok feltérképezése és az optimalizált működés szabályozása volt az egyik kérdéskör. Értékfolyamat térképezés segítségével átfogó képet kaptunk a működésünk jelen állapotáról, aminek segítségével meghatároztuk a hiányzó lépéseket, megtörtént a veszteségek azonosítása, és elkészült egy olyan anyagáramlási folyamat térkép, ami a rendszer optimális és hatékony működtetésének alappillére lett.

Az értékáram-térkép (VSM: Value Stream Map) [3. ábra] alkalmazásával feltártuk a jelenlegi működési folyamatot, és azonosítottuk az optimális működéshez szükséges hiányzó elemeket és lépéseket. Az anyagáramlási folyamat szabályozása és módosítása elengedhetetlen volt annak érdekében, hogy a megfelelő információ a megfelelő személyhez jusson el, valamint, hogy a teljes folyamat – a rendeléstől az alapanyag beépítéséig – átlátható, követhető és egyértelmű legyen.

A folyamatábra elsősorban abban nyújt támogatást, hogy vizuálisan megjelenítse az egymás utáni munkafolyamatokat, ezáltal egyértelművé téve a szereplők számára a saját feladataikat és felelősségi köreiket. Segítségével jól láthatóvá válik, hogy ki, mikor és milyen tevékenységet végez, valamint, hogy az adott lépéshez milyen dokumentáció kapcsolódik és milyen rendszerben kell azt rögzíteni vagy végrehajtani. Ez a vizualizáció nemcsak az átláthatóságot növeli, hanem hozzájárul a hatékonyabb együttműködéshez, a lehetséges hibák és fennakadások azonosításához, valamint a munkafolyamatok optimalizálásához is.

A folyamatábra és az adatvezérelt megközelítés révén megteremthető a nyomon követhetőség, az időbeli ütemezés és egy jól definiált keretrendszer, amely biztosítja, hogy minden érintett fél pontosan tisztában legyen azzal, hogy kinek, mire, mikorra és milyen mértékben van szüksége az adott



4. ÁBRA: A delivery change workflow megjelenítése a Mendix szoftverben

munkafolyamat során. Ezáltal minimalizálhatók a félreértések és a késedelmek, miközben javul a tervezhetőség és a munkaszervezés hatékonysága.

Emellett az így gyűjtött adatok nemcsak az aktuális projekt optimalizálását segítik, hanem hosszú távon statisztikai elemzések és összehasonlítások készítésére is alkalmasak. Az adatok feldolgozása lehetővé teszi a legjobb gyakorlatok (best practice) azonosítását, amelyeket később más, hasonló projektekben is alkalmazni lehet a hatékonyság növelése érdekében. Az ismétlődő minták és teljesítménymutatók alapján továbbfejleszthetők a folyamatok, csökkenthető a hibák mennyisége és súlyossága, és előre jelezhetőek a potenciális problémák, ezáltal támogatva a folyamatos fejlődést és a stratégiai döntéshozatalt.

A projekt hatékonyságnövelése és költségoptimalizálása érdekében szükség van egy olyan alkalmazásra, amely

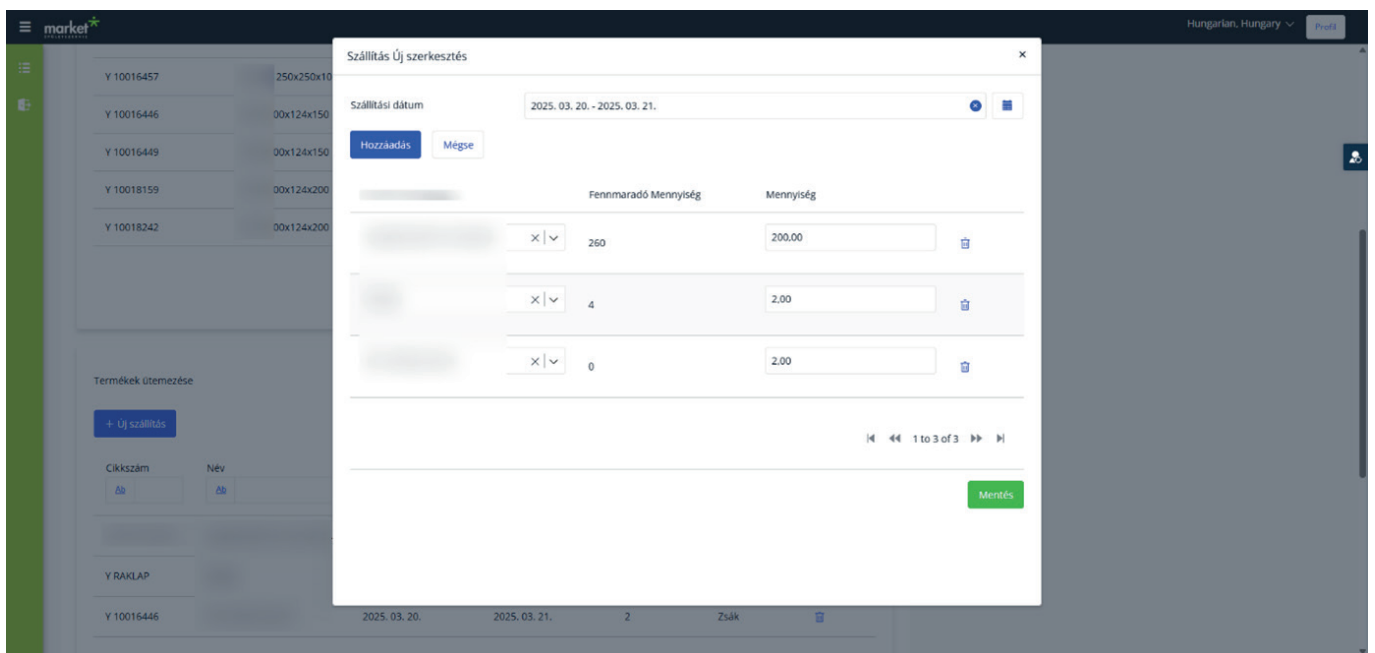
az építési anyagok szerződés szerinti, építési területre történő megrendelését támogatja. Az alkalmazás nemcsak az anyagok átvételét és készletezését segíti elő, hanem az alvállalkozók számára történő kiadást is lehetővé teszi, mindezt a belső és külső logisztikai folyamatok gyorsabbá és átláthatóbbá tétele érdekében.

- Az alkalmazás funkcionális céljai:
- **Megrendelés és szállítás:** Az építési anyagok megrendelését és leszállítását a rendszerben rögzítik, biztosítva a folyamatos áramlást és a szükséges anyagok időben történő beszerzését.
  - **Átvétel és készletezés:** A megrendelt anyagok átvételét, raktározását és készletezését a rendszer támogatja, segítségével nyomon követhetők a beérkező anyagok, azok mennyisége és állapota.
  - **Alvállalkozói kiadás és visszavétel:** Az alvállalkozók részére történő

anyagkiadás, valamint a fel nem használt vagy selejt anyagok visszavétele is a rendszer használatával történik. A megfelelő átadás-átvételi dokumentációk generálása biztosítja a nyomon követhetőséget és a felelősségvállalást.

Mivel az értéklánc szereplői fizikailag nem tartózkodnak egy térben, elengedhetlenül vált a digitális megoldásokra való áttérés a transzparencia és a hatékonyság növelése érdekében. A logisztikai és anyagkezelési folyamatok támogatására a Mendix platformot alkalmaztuk, amely lehetővé teszi a munkafolyamatok digitalizálását, testreszabását és valós idejű nyomon követését. Az alkalmazás biztosítja az anyagrendelések, készletmozgások és alvállalkozói kiadások hatékony kezelését, hozzájárulva a gördülékeny kivitelezési folyamathoz (4. és 5. ábrák).

A rendszer biztosítja, hogy minden anyag a megfelelő időben, a megfelelő



5. ÁBRA: A szállítási igény leadása szoftveres felületen

lő személyhez jusson el, miközben az érintettek – a beszállítóktól az építésvezetőkhöz – naprakész információhoz férnek hozzá. A digitális kommunikáció és az átlátható folyamatok révén csökkenthető a hibák száma, gyorsítható a döntéshozatal, és javul a projektlogisztika hatékonysága.

#### 4. | KÖVETKEZTETÉSEK ÉS AJÁNLÁSOK

Ez az esettanulmány rávilágít arra, hogy a digitalizáció és az intelligens rendszerek hogyan formálhatják át az építőipart, különösen, ha a lean és az ellátásilánc-menedzsment (SCM) elvek alkalmazásával együtt biztosítjuk a hatékony anyagkezelést és koordinációt. A Hungaroring felújítási projekt tehát nemcsak egy építkezés, hanem egy példamutató innovációs lépés a modern építőipari munkafolyamatok fejlesztésében. A bemutatott eredmények a Hungaroring projekt pilot fázisában végzett belső elemzések és a vállalati digitalizációs rendszer által rögzített adatok alapján készültek. Az értékáram-térképezést a Market Zrt. szakmai csapata végezte el 2024 második felében.

A projekt kivitelezése során a lean építésmenedzsment és a just-in-time (JIT) elv alkalmazása kulcsfontosságú szerepet játszik az anyagellátás optimalizálásában és a kivitelezési határidők betartásában. A lean menedzsment és az SCM integrációja jelentős hatékonyságnövekedést eredményezhet az építőipari kivitelezésben, mivel biztosítja a folyamatok optimalizálását

és a felesleges költségek minimalizálását.

A JIT rendszer, az informatikai támogatás és a folyamatos fejlesztés alkalmazása csökkentheti a pazarlást, miközben növeli a projekt eredményességét. A digitalizált rendszerek és a valós idejű információáramlás lehetővé teszik, hogy minden érintett fél gyorsan és pontosan reagáljon a felmerülő problémákra, így biztosítva a projekt gördülékeny haladását.

A lean és JIT elvek alkalmazásának konkrét előnyei a következők:

- **Kockázatcsökkentés:**

A pontosan időzített anyagbeszállítás minimalizálja a helyszíni készletezési igényt, csökkenti az anyagkárosodás kockázatát, valamint mérsékli a felesleges raktározási költségeket.

- **Időmegtakarítás:**

Az építési folyamatok optimalizálása révén az anyagáramlás hatékonysága 20%-kal javult, míg a logisztikai folyamatok pontosabb ütemezése 30%-kal csökkentette a várakozási időket.

- **Költségcsökkentés:**

A digitális készletnyilvántartás és a valós idejű információkezelés bevezetésével a projekt során az anyagveszteségek aránya 15%-kal csökkent, ami jelentős költségmegtakarítást eredményez.

Egy konkrét esetben az értékáram-térképezés feltárta, hogy a beton szállítása és beépítése során korábban jelentős időveszteség keletkezett. Az optimalizált anyagáramlási stratégia révén a betonozási folyamat időtartama 10%-kal csökkent, ami gyorsabb ütemezést tett lehetővé a következő munkafázisok számára.

A jövőbeli kutatások további empirikus vizsgálatokkal erősíthetik meg a lean SCM alkalmazásának előnyeit, és új lehetőségeket kínálhatnak a komplex építőipari projektek még hatékonyabb kezelésére.

#### IRODALOMJEGYZÉK

- [1] [ ]: Hungaroring, Wikipédia, <https://hu.wikipedia.org/wiki/Hungaroring>
- [2] **Katherine Walsh:** HUNG UP ON IT – Iconic F1 track looks unrecognisable as it is demolished and reduced to heaps of rubble just three weeks after race. The Sun, 2014.08.14. <https://www.thesun.co.uk/sport/29870973/f1-hungarian-grand-prix-track-change/>
- [3] **Móré Levente:** Bemutatták a világszínvonalú Hungaroringet. Magyar Építők, 2025.06.19. <https://magyarepitok.hu/mi-epul/2025/06/bemutat-tak-a-vilagszinvonalu-hungaroringet>
- [4] **James P. Womack, Daniel T. Jones:** Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation, Simon & Schuster, New York, 1996.
- [5] **Taiichi Ohno: Toyota Production System:** Beyond Large-Scale Production, Productivity Press, New York, 1988, p. 152.
- [6] **Glenn Ballard, Greg Howell:** Implementing lean construction: Stabilizing work flow. In: Proceedings of the 6th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC), 1998, pp. 101–110.
- [7] **Lauri Koskela:** Is structural change the primary solution to the problems of construction? Building Research & Information, 2003, vol. 31, no. 2, pp. 85–96. <https://doi.org/10.1080/09613210301999>
- [8] **Glenn Ballard, Greg Howell:** Lean project management. Building Research & Information, 2003, 31(2), pp. 119–133. <https://doi.org/10.1080/09613210301999>
- [9] **Ruben Vrijhoef, Lauri Koskela:** The four roles of supply chain management in construction. European Journal of Purchasing & Supply Management, 2000, 6(3–4), pp. 169–178. [https://doi.org/10.1016/S0969-7012\(00\)00013-7](https://doi.org/10.1016/S0969-7012(00)00013-7)
- [10] **M. Naim, J. Naylor, J. Barlow:** Developing lean and agile supply chains in the UK housebuilding industry. In: Proceedings of the 7th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC), 1999, pp. 159–170. <https://www.iglc.net/papers/Details/79>