

## BIM – CONCEPTE PRIVIND AUTOMATIZAREA ÎN CONSTRUCȚII

### BIM - CONCEPTS REGARDING CONSTRUCTION AUTOMATION

Cristina SESCOU-GAL<sup>1</sup>, Cătălin FRÂNCU<sup>1</sup>, Radu PANAITESCU-LIESS<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultatea de Utilaj Tehnologic, Universitatea Tehnică de Construcții, România  
cristina.sescu-gal@utcb.ro; frâncu@utcb.ro; liess.panaitescu@utcb.ro

**Rezumat:** Conceptul BIM – Building Information Modeling este definit în literatura de specialitate ca fiind „un set de tehnologii, procese și politici care permit mai multor părți interesate să proiecteze, să construiască și să opereze în colaborare o facilitate în spațiul virtual” [1]. Altfel spus, acest concept se bazează pe colaborarea tuturor actorilor care contribuie la realizarea unei construcții, începând de la proiectare și până la finalul duratei de utilizare.

Utilizarea BIM în domeniul construcțiilor este pasul făcut în scopul exploatării beneficiilor ce însoțesc digitalizarea aplicațiilor în acest sector. De altfel, automatizarea în domeniul construcțiilor este aplicată cu succes în sectorul construcției de drumuri, tuneluri și amenajări terestre, fiind facilitat de procesul tehnologic ce are la bază sistema de mașini/utilaje. Plecând de la această reușită, specialiștii din construcția clădirilor au realizat proiecte care s-au axat pe utilizarea roboților destinați construcțiilor.

**Cuvinte cheie:** BIM, automatizarea în construcții, roboți de construcții, utilaje robotizate

**Abstract:** The concept of BIM - Building Information Modeling is defined in the literature as "a set of technologies, processes and policies that allow several stakeholders to design, build and operate in collaboration a facility in the virtual space" [1]. In other words, this concept is based on the collaboration of all the stakeholders who contribute to the realization of a construction, starting from the design and until the end.

The use of BIM in the field of construction is the step taken to exploit the benefits that accompany the digitization of applications in this sector. In fact, automation in the field of construction is successfully applied in the construction of roads, tunnels and landscaping, being facilitated by the technological process based on the system of machines / equipment. Starting from this success, the specialists in building construction carried out projects that focused on the use of robots for construction.

**Keywords:** BIM, automation in construction, construction robots, robotic equipment

## 1. INTRODUCERE

Noțiunea de modelare informatică a construcțiilor BIM, este relativ nouă în țara noastră. Conceptul a fost dezvoltat și aplicat pentru prima oară de SUA [2], ArhiCad fiind prima companie software care a creat modele virtuale 3D ale clădirilor, dar termenul “BIM” a fost

popularizat la începutul anilor 2000 de către compania Autodesk. Țările care utilizează BIM sunt din Asia, Australia, SUA și Canada, în Europa fiind aplicat cu recădere în Marea Britanie și țările nordice, fiind obligatoriu în realizarea proiectelor cu licitație publică.

De fapt, BIM nu este un produs software, este un proces inteligent care modelează informațiile necesare pentru concepția, proiectarea, execuția, întreținerea și dezafectarea unei construcții. În BIM, modelul construcției ce trebuie realizate este conectat în format digital la toate informațiile relevante, permițând accesul tuturor celor implicați la informații despre proiect, costuri, cerințe de calitate etc., în mod direct și imediat. Aceste informații sunt stocate în forma unor fișiere computerizate care pot fi extrase, schimbate sau conectate în rețea pentru a fi utilizate la adoptarea deciziilor optime privind obiectivul de construit.

## **2. NIVELURILE BIM**

În literatura de specialitate, BIM a fost structurat pe niveluri clasificate funcție de procentul de colaborare și comunicare între părțile implicate în realizarea unui proiect de construcție. În figura 1 este prezentat ciclul evoluției conceptului BIM [3].

### **2.1. Nivelul BIM 0 – colaborare scăzută**

Este cea mai simplă etapă a procesului de generare a informațiilor deoarece nu implică niciun mod de cooperare. În această fază, elaborarea documentațiilor aferente proiectului se face cu soluții clasice (pe suport de hârtie) iar interacțiunea dintre părțile implicate este izolată.

### **2.2. Nivelul BIM 1 - colaborare parțială**

În această etapă se face trecerea de la proiectarea pe suport hârtie la utilizarea sistemelor CAD 2D și 3D care conțin baze de date cu elemente standardizate. În prezent nivelul 1 BIM este utilizat pe scară largă de multe companii și entități publice. Cu toate acestea, distribuirea informațiilor între toți factorii implicați nu este realizată în timp util.

### **2.3. Nivelul BIM 2 - colaborare deplină**

La acest nivel toate părțile implicate folosesc modele CAD 3D, dar nu în mod obligatoriu același soft. Cu toate acestea, informațiile despre proiect sunt partajate în fișiere informaționale comune și care pot fi accesate de către cei implicați. Cerința unei bune colaborări este aceea ca software-ul CAD utilizat să aibă posibilitatea de a exporta fișierele într-un format accesibil tuturor. Altfel spus, se realizează un model de colaborare deplină între numeroasele părți ale proiectului și există posibilitatea realizării unei imagini complete asupra informațiilor disponibile și care pot fi modificate

### **2.4. Nivelul BIM 3 - integrare completă**

Nivelul 3 BIM este obiectivul ce se dorește a fi atins în proiectarea și execuția construcțiilor. În acest nivel toate părțile implicate utilizează același software și model al proiectului stocat în fișiere tip cloud. Modelul poate fi accesat și modificat de toate persoanele ce au legătură cu proiectul.

## BIM – Concepte privind automatizarea în construcții

Următoarele niveluri ale BIM, respectiv nivelul 4, 5 și 6, încorporează date care pot deveni disponibile prin intermediul BIM. Astfel, dacă nivelul 3 cuprinde proiectarea și generarea desenelor în 3D și accesul tuturor celor implicați la informații privind proiectul, celelalte cuprind:

- nivelul 4 – gestionarea timpului necesar realizării proiectului (graficul integrat al realizării proiectului);
- nivelul 5 – include managementul costurilor de realizare a proiectului;
- nivelul 6 – este dedicat gestionării ciclului de viață al construcției, incluzând și informații referitoare la gestionarea deșeurilor generate de scoaterea din uz a acesteia.

În etapa de execuție, aceste programe au un impact major asupra eficienței de execuție a proiectului, deoarece:

- pot conduce la eliminarea interferențelor în șantier;
- conduc la o productivitate crescută;
- asigură datele și informațiilor necesare realizării proiectului;
- elimină modificările ce pot fi necesare în timpul execuției;
- reducerea costurilor de execuție;
- gestionarea cantităților de materiale implicit reducerea deșeurilor generate.

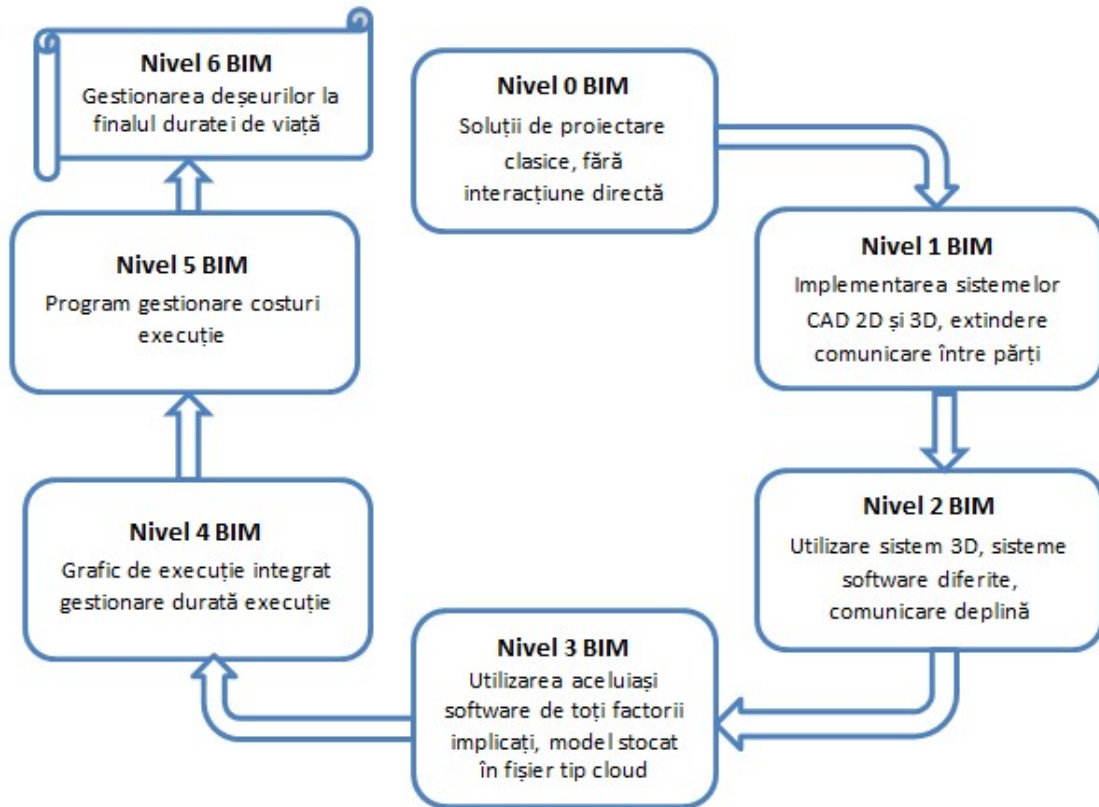


Figura 1 - Ciclul evoluției conceptului BIM

Datorită beneficiilor clare privind gestionarea resurselor necesare în construcții, este un lucru sigur că BIM va fi utilizat de tot mai mulți proiectanți/constructori

### 3. ROLUL BIM ÎN AUTOMATIZAREA CONSTRUCȚIILOR

Realizarea unui obiectiv din domeniul construcțiilor implică mobilizarea tuturor resurselor, figura 2, la locul de punere în operă a acestuia, din care unele sunt cu caracter temporar.

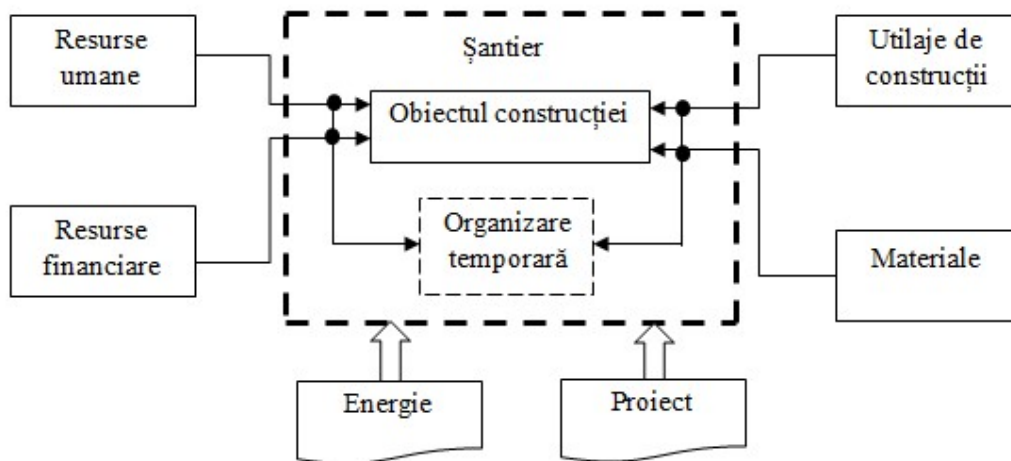


Figura 2 – Mobilizarea și alocarea resurselor într-un șantier de construcții

Conform unei definiții generale, automatizarea constă în modificarea raportului de implicare a omului în diverse operații ale proceselor tehnice de construcții prin înlocuirea acestuia cu sisteme tehnice cibernetizate. Dezvoltarea automatizării în construcții a fost marcată de invenții de echipamente destinate realizării unor sarcini specifice inițial efectuate de lucrători și prin metodologii inovatoare menite să îmbunătățească gestionarea sistematică a resurselor într-o construcție.

Până în acest moment, cercetările privind introducerea roboticii și automatizării în construcții au fost centrate pe două direcții: infrastructura și construcții civile. Indiferent despre care direcție este vorba, conceperea/implementarea unei automatizări în construcții impune abordarea următoarelor aspecte:

- introducerea/utilizarea roboților sau robotizarea utilajelor de construcții;
- automatizarea procesului de construcție, ceea ce presupune coordonarea tuturor echipamentelor robotice cu fluxul de materiale și duratele de execuție.

Dacă în domeniul infrastructurii, automatizarea utilajelor de construcții caracteristice nu mai reprezintă o noutate, în construcțiile de clădiri se fac pași din ce în ce mai concreți pentru utilizarea roboților și robotizarea mașinilor de construcții.

Prin utilizarea conceptului BIM în construcții, alături de utilizarea sistemelor CAD 3D se realizează achiziția și monitorizarea fluxului de date pentru construcția ce se realizează.

În mod normal, există patru categorii de date pentru care este necesară achiziția în programul BIM:

- a) poziționare – cu referire la amplasare construcție/instalații/echipamente, definire

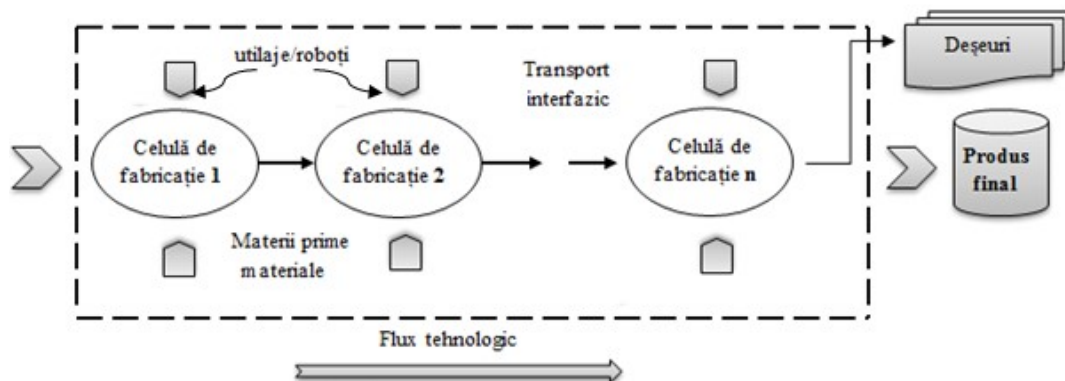
profiluri etc.;

- b) urmărirea – logistica materialelor, echipamentelor/utilajelor, personalului;
- c) monitorizarea progresului – urmărirea construcției în timp real și confruntarea datelor obținute cu modelul proiectat, monitorizarea alocării resurselor;
- d) controlul calității – procedură menită să asigure că produsul rezultat, respectiv construcția, respectă cerințele de calitate specificate de beneficiar.

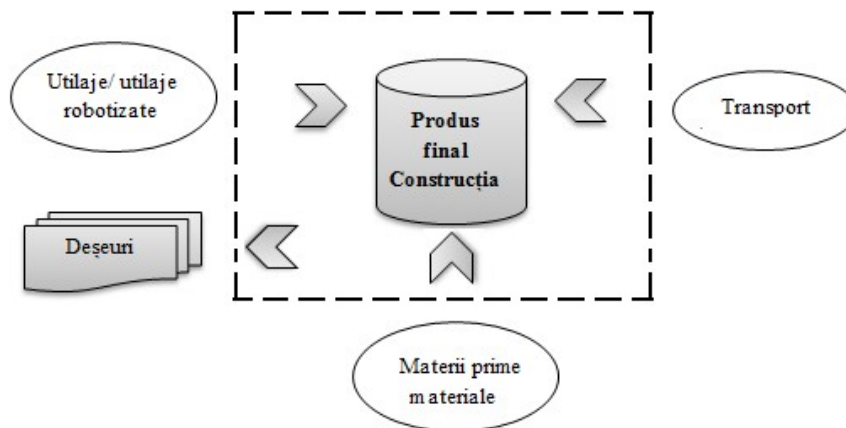
Utilizarea conceptului BIM în construcția unei cădiri conduce la cerința ca o parte din lucrările care se execută în șantier să fie efectuate în afara acestuia, fapt ce impune folosirea elementelor prefabricate, pre-asamblate, modularizate care să fie asamblate/montate în șantier. Astfel, apare cerința ca toți utilizatorii conceptului să realizeze proiecte respectând standarde comune și care să fie incluse în meniul BIM.

#### 4. PARTICULARITĂȚILE AUTOMATIZĂRII PROCESELOR ÎN CONSTRUCȚII. NECESITATEA ROBOTIZĂRII UTILAJELOR DE CONSTRUCȚII

Din punct de vedere al fabricației, un proces de execuție în construcții funcționează diferit de industria producătoare de bunuri, figura 3, pentru producția de serie mare și producția de masă.



a) industrie



b) șantier de construcții

Figura 3 – Procese de fabricație: a) industrie; b) șantier de construcții

Construcțiile pot fi unice, fapt ce poate împiedica implementarea directă a multor metode și concepte dezvoltate în primul rând pentru sectorul de fabricație, acolo unde automatizarea este aplicată prin utilizarea celulelor de roboți pe fluxul de fabricație. Privită inițial ca un obstacol, acest aspect al unicității unei construcții a fost considerată o rampă de lansare a cercetărilor pentru dezvoltarea de noi concepte pentru introducerea automatizării în acest domeniu.

Realizarea unui proiect de construcții poate fi asemănat cu producția din sectorul industrial, schimbând elementele din mișcare, și anume: în industrie celulele de fabricație sunt stabile/fixe iar produsul final este deplasat cu o cadență stabilită, în schimb la realizarea unei construcții/clădiri se modifică elementele în mișcare deoarece construcția reprezintă celula de fabricație/produsul final, iar toate componentele trebuie să se afle în mișcare.

De aici rezidă necesitatea ca utilajele de construcții să funcționeze ca niște roboți care se deplasează pe fluxul de fabricație, mai concret robotizarea utilajelor de construcții.

În timp, cercetările au condus la câteva modalități de automatizare ce se pot aplica utilajelor de construcții, de la operarea manuală până la funcționarea complet autonomă, figura 4.

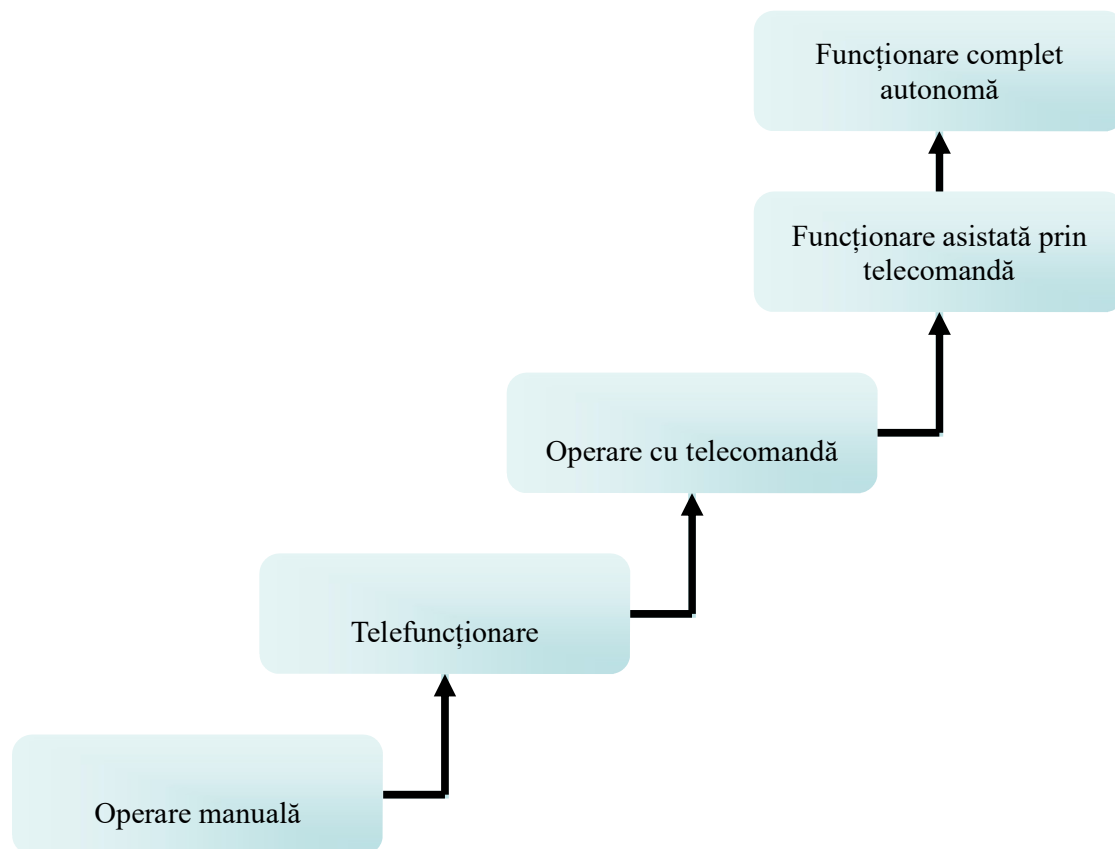


Figura 4 - Etape realizate în automatizarea utilajelor de construcții

Un utilaj de construcții care funcționează complet autonom poate fi considerat un robot cu șapte grade de libertate, având în plus față de roboții industriali mișcarea de deplasare în spațiul de lucru. La determinarea ecuațiilor de mișcare necesare organului de lucru sunt utilizate metodele aplicate roboților industriali, cu precădere metoda Denavit- Hartenberg.

Trebuie avut în vedere faptul că un aport major al operațiilor existente într-un șantier sunt cele pentru manipularea materialelor. De-a lungul anilor, au fost dezvoltate metode de manipulare care să înlocuiască total sau parțial efortul lucrătorilor sau pentru a elimina prezența omului din zonele cu riscuri majore.

### 5. CONCLUZII

Implementarea conceptelor de automatizare la nivelul unui șantier este restricționat de multe aspecte necunoscute, ce apar încă de a execuția infrastructurii. De asemenea, procesul de execuție într-un șantier este dependent de condițiile atmosferice, multe activități fiind imposibil de realizat în perioadele cu precipitații sau temperaturi scăzute.

Cu toate acestea, pe plan mondial sunt efectuate încercări privind automatizarea completă a construcției unei clădiri, cele mai cunoscute fiind sistemul Big-Canopy și ABCS – Automated Building Construction System. Sistemul ABCS integrează modelul de automatizare industrială în operațiile din șantierele de construcții, utilizând o platformă autoridicătoare ce cuprinde sisteme de manipulare a materialelor pe verticală și orizontală, roboți din industrie utilizați pentru diferite operații astfel încât activitățile pot fi desfășurate în orice condiții atmosferice. Sistemul Big-Canopy folosește o combinație de beton prefabricat și in situ cu subansambluri modulare care sunt asamblate în șantier.

În mod implicit, tehnologia roboților și robotizarea utilajelor au un rol major în automatizarea proceselor de execuție din construcții. O privire de ansamblu asupra sistemelor aplicate în automatizarea construcțiilor relevă importanța operațiilor de ridicare și manipulare a subansamblelor deoarece automatizarea necesită utilizarea elementelor prefabricate care vor fi asamblate in situ.

De aici rezidă necesitatea implementării conceptului BIM, care pe lângă beneficiile vizibile din faza de elaborare a proiectului, impune utilizarea elementelor prefabricate, a utilajelor robotizate, optimizând execuția, costurile și managementul deșeurilor.

## BIBLIOGRAFIE

- [1] **O. I. Dumitru** – *Perspectives of BIM implementation in Romania*, <https://www3.unifr.ch/ius/baurecht/de/assets/public/files/handouts/ESCL0vidiuIoanDumitru09072018.pdf>
- [2] <https://smartcitymagazine.ro/2019/07/03/tehnologia-bim-revolutioneaza-domeniul-construcțiilor-din-romania/>;
- [3] <https://rum.cosummitconstruction.com/future-construction-bim-89541#menu-1>;
- [4] **M.D. Taylor, S. Wamuziri, I. Smith** - *Automated construction in Japan, Civil Engineering*, nr. 35, January 2003, DOI: 10.1680/cien.156.1.34.36747, [https://www.researchgate.net/publication/239410052\\_Automated\\_construction\\_in\\_Japan/link/552b7ba60cf29b22c9c1b236/download](https://www.researchgate.net/publication/239410052_Automated_construction_in_Japan/link/552b7ba60cf29b22c9c1b236/download);
- [5] **S. Dadhich** - *Key challenges in automation of earth-moving machines*, *Automation in Construction* May 2016, DOI: 10.1016/j.autcon.2016.05.009;
- [6] **P. Vähä, T. Heikkilä, P. Kilpeläinen, M. Järviluoma** - *Survey on automation of the building construction and building products industry*, University of Oulu, 2013, ISSN 2242-122X, <https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/technology/2013/T109.pdf> .