

Digitale koppelingen tussen BIM en LCA: beloftevol, maar nog stroef in de praktijk

De bouwsector staat voor een grote verduurzamingsopgave [1, 2, 3]: volgens de Monitor Verduurzaming Gebouwde Omgeving 2024 is het CO₂-budget al in 2027 uitgeput [4]. Om deze opgave te realiseren zijn materiaalregistratie [5], emissiereductie [4] en levenscyclusoptimalisatie [6] onmisbaar. Uit onderzoek blijkt dat de koppeling van BIM (Building Information Modelling) en LCA-data (Levenscyclusanalyse) circulaire keuzes al in de ontwerpfase meetbaar en stuurbaar maakt [7, 8, 9]. Softwareleveranciers zoals Madaster en Autodesk ontwikkelen hiervoor plug-ins en platforms. Daarnaast versnellen nieuwe technologieën zoals AI deze ontwikkeling, waardoor de digitale infrastructuur robuuster wordt, de circulariteit van ontwerp tot sloop inzichtelijker wordt en de installatie- en bouwsector sneller kan toewerken naar betere materiaalregistratie, emissiereductie en levenscyclusoptimalisatie in projecten. In de toekomst zal naar verwachting ook het Digitaal Productpaspoort [10] aan BIM gekoppeld kunnen worden, omdat productdata verplicht digitaal beschikbaar wordt gemaakt door nieuwe Europese wet- en regelgeving.

De bouwsector heeft een aanzienlijke verduurzamingsopgave te realiseren: volgens de Monitor Verduurzaming Gebouwde Omgeving 2024 is het CO₂-budget al in 2027 uitgeput [4]. Om klimaatdoelen te halen en materiaalverspilling te beperken, zijn materiaalregistratie [5], emissiereductie [4] en levenscyclusoptimalisatie [6] essentieel, in lijn met gestelde doelstellingen voor de gebouwde omgeving [1, 2, 3]. Digitale technologie speelt hierbij een cruciale rol. Onderzoek bevestigt dat circulaire ontwerpstrategieën en keuzes door de koppeling van BIM (Building Information Modelling) en LCA-data (Levenscyclusanalyse) al in de ontwerpfase meetbaar en stuurbaar worden [7, 8, 9].

De digitale brug naar circulair bouwen

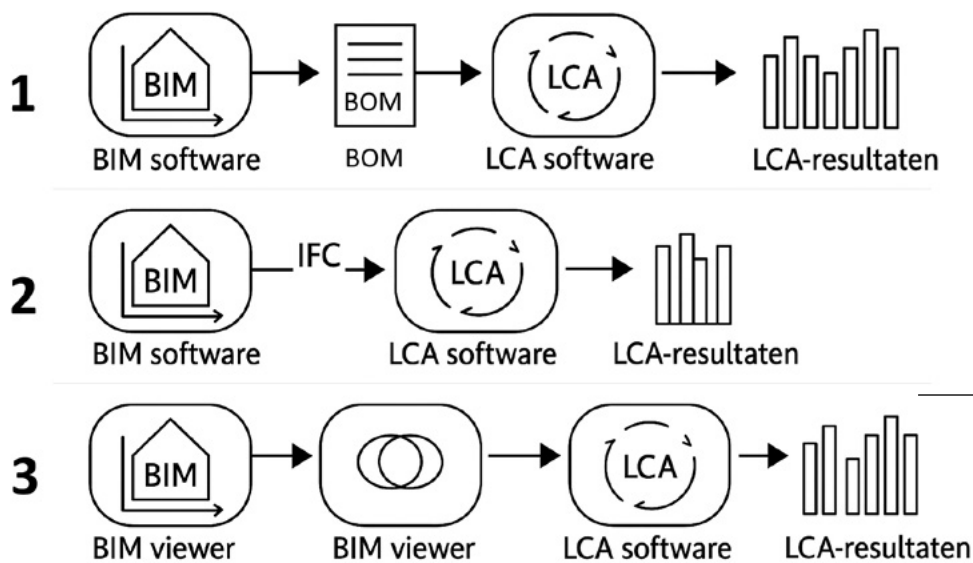
De wetenschappelijke interesse in BIM-LCA-integratie neemt al enkele jaren toe [7, 9], maar de toepassing in de praktijk blijft complex, onbekend of commercieel nog onaantrekkelijk. Hierdoor wordt er vaak vereenvoudiging toegepast [11]. Vanuit de wetenschappelijke literatuur zijn er drie integratiemethodieken geclassificeerd [12, 13], zie hiervoor Figuur 1.

Door BIM en LCA te koppelen ontstaat een digitale brug tussen productgegevens en gebouwgegevens. Producten in BIM-modellen worden hierdoor verrijkt met LCA-data, veelal afkomstig uit Environmental Product Declarations (EPD's) [14], die de milieu-impact op productniveau inzichtelijk maken. In combinatie met circulariteitscriteria, zoals hergebruikpotentieel en losmaakbaarheid [15], ontstaat een actueel beeld van de ecologische én circulaire waarde van bouwelementen, installatieproducten en het totale gebouw. Dit maakt het mogelijk om materiaalregistratie conform wetgeving in te richten, emissiereductie al in de ontwerpfase te sturen [16] en volledige levenscyclusscenario's door te rekenen.

Madaster en Autodesk

In april kondigde Madaster een samenwerking aan met Autodesk [17], wereldleider in BIM-software. Binnen het Autodesk Sustainability Tech Partner Program [18] ontwikkelt Madaster een Revit-plugin die materiaalgebruik en milieu-impact direct inzichtelijk maakt via Revit [19]. Autodesk faciliteert deze ontwikkeling waarmee circulaire workflows zoals realtime CO₂-analyses en LCA-functionaliteit mogelijk worden gemaakt voor BIM projecten [20]. Autodesk is een wereldwijde leider in BIM-software en speelt een actieve rol in verduurzaming via het Sustainability Tech Partner Program. Madaster koppelt inmiddels BIM-modellen aan ruim 100 EPD-databases, ondersteunt meer dan 20 BIM-tools en voldoet aan 16 internationale standaarden. Het partnerschap vormt zo een logische stap in hun missie om een internationale 'materiaaldatabank' voor circulair bouwen te realiseren [5].

Naast dit partnerschap werkt Madaster bijvoorbeeld ook samen met Ecochain, dat LCA-software levert voor het berekenen van



Figuur 1: BIM-LCA workflows kunnen op drie verschillende manieren worden geclassificeerd. BOM = Bill of Materials, IFC = Industrial Foundation Classes, LCA = Levens Cyclus Analyse.

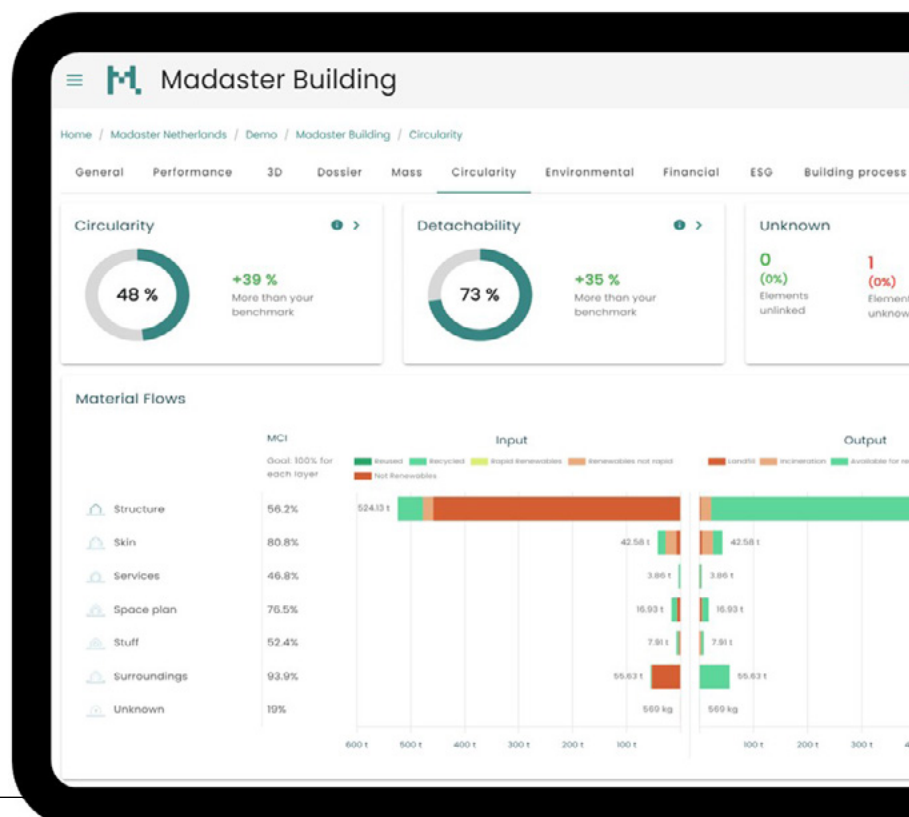
milieu-impact op productniveau. Door deze data te koppelen aan materiaalpaspoorten in het Madaster-platform worden circulariteit en ecologische voetafdrukken in bouwprojecten nog beter inzichtelijk en herleidbaar [21]. Een voorbeeld van het Madaster platform is weergegeven in Figuur 2.

in oktober 2023 toe tot het programma en richt zich op het verkleinen van zowel operationele als embodied carbon-emissies gedurende de volledige levenscyclus van gebouwen. Hun whole-life carbon approach combineert digitalisering van ontwerpprocessen met optimalisatie van materiaalkeuzes en energie-efficiëntie om de ecologische voetafdruk structureel te verkleinen [27].

Andere samenwerkingen binnen het Autodesk Sustainability Tech Partner Program

Binnen het Autodesk Sustainability Tech Partner Program ontwikkelen naast Madaster ook partijen als ARKANCE en Symetri oplossingen die CO₂-reductie, materiaalbeheer en circulaire workflows direct in BIM-omgevingen mogelijk maken. ARKANCE, internationaal technologiebedrijf en grootste Autodesk Platinum Partner binnen de Franse Monnoyeur Group, bedient meer dan 40.000 klanten wereldwijd [23, 24]. Met hun Think.Future-framework ondersteunen zij klanten bij het integreren van duurzaamheidsanalyses in BIM. Hun Be.Smart-tools helpen afval te reduceren en materiaalgebruik te optimaliseren [25], terwijl connectoren, bijvoorbeeld tussen Autodesk Construction Cloud en Bluebeam, de digitale uitwisseling versterken [26]. Symetri trad

Figuur 2: Madaster-dashboard met metrics zoals embodied carbon, circulariteit en materiaalmassa per component [22].



Platform	Land	Type	Kernfuncties	Integraties
Madaster [5, 21, 19]	Nederland	Materiaal-databank / Paspoort	Materiaalpaspoorten, registratie van materiaalstromen, circulariteitsindex, koppeling met EPD-databases	Autodesk Revit (plug-in), API-koppelingen (o.a. Ecochain), >100 EPD-databases
One Click LCA [32]	Finland	LCA-software	Volledige cradle-to-grave LCA, EPD-beheer, CO ₂ -calculaties, certificeringsondersteuning (BREEAM, LEED, DGNB, etc.)	>20 BIM-tools (o.a. Revit, Tekla, iTwin), Excel, API, >200.000 EPD's
Tally / TallyLCA [35]	VS	LCA-software (Revit plug-in)	Realtime milieu-impact tijdens ontwerpfase, import van EPD's	Autodesk Revit
MagiCAD [33, 36]	Finland	BIM-software (MEP)	MEP-modellering, fabrikant-geverifieerde BIM-objecten (1M+), optionele koppeling met EPD's via MagiCAD Cloud	Revit, AutoCAD, MagiCAD Cloud
Bentley Systems (iTwin) + One Click LCA [30, 37]	VS & Finland	BIM-software + LCA-software	LCA- en CO ₂ -impactberekeningen geïntegreerd in infrastructuurprojecten via iTwin	Bentley iTwin, One Click LCA
Trimble (Tekla) + One Click LCA [28]	VS & Finland	BIM-software + LCA-software	Constructiemodellering gekoppeld aan LCA-data en milieu-informatie via Trimble Connect	Tekla Structures, Trimble Connect, One Click LCA
ARKANCE [26, 25]	Frankrijk	BIM-software / Consultancy	Digitale oplossingen voor bouw en infra, Be.Smart-tools voor afval- en materiaaloptimalisatie, duurzaamheidsanalyses in BIM	Autodesk Construction Cloud, Bluebeam, diverse BIM-tools
Symetri [27]	Zweden	BIM-consultancy / LCA-integratie	Whole-life carbon-aanpak, optimalisatie materiaalkeuzes, energie-efficiëntie en ontwerpprocessen	BIM-integraties (o.a. Autodesk-omgevingen)
Makersite [38]	Duitsland	LCA-software + Supply chain platform	Duurzaamheidsinzichten en supply chain-data in ontwerpsoftware, LCA en materiaalbeheer	Autodesk (API), diverse CAD/BIM-platforms
Die Werkbank & EPEA – Building Circularity Paspoort® [34]	Duitsland	Materiaal-databank / Paspoort	BIM-gestuurd materiaalpaspoort met duurzaamheid- en losmaakbaarheidsparameters	BIM-modellen (o.a. Revit), EPD-databases
DGNB [39]	Duitsland	Certificeringssysteem	Certificeringskader met focus op circulariteit, digitale integratie DGNB-criteria in BIM	Samenwerking met BIM-softwareleveranciers
Level(s) Framework (EU) [40]	EU	Raamwerk / Methodiek	Open raamwerk voor integratie milieuprestaties in BIM, referentie voor EU-beleid	Diverse softwareleveranciers

Tabel 1: Overzicht van enkele belangrijke initiatieven die integratieoplossingen ontwikkelen voor BIM-LCA.

One Click LCA, MagiCAD en anderen

Ook andere softwareleveranciers ontwikkelen BIM-LCA-integraties om circulariteit inzichtelijk te maken. Zo integreert One Click LCA – actief in 170+ landen en compatibel met 80+ duurzaamheidsstandaarden – zijn LCA-software met meer dan 20 BIM-tools, waaronder Revit (Autodesk), Tekla (Trimble) [28, 29] en iTwin (Bentley Systems) [30]. Het platform kan cradle-to-grave LCA's automatisch uitvoeren en de resultaten realtime terugkoppelen in de [30, 31, 32]. MagiCAD, gebruikt in 80+ landen, biedt via MagiCAD Cloud toegang tot meer dan 1 miljoen fabrikantgeverifieerde BIM-objecten. In samenwerking met One Click LCA worden de EPD's van producten direct in modellen geïntegreerd, waardoor de milieu-impact tijdens het ontwerpen inzichtelijk wordt [33]. Ook in Duitsland lopen initiatieven: Die Werkbank en EPEA, bekend van Cradle-to-Cradle, ontwikkelden het Building Circularity Passport®, waarmee duurzaamheid direct in BIM-modellen wordt geïntegreerd [34]. Tabel 1 geeft een overzicht van de belangrijkste platformen die BIM-LCA-integraties ontwikkelen.

AI als versneller van BIM-LCA-integratie

Door het grote aantal elementen in BIM-projecten – vaak honderden tot honderdduizenden installatiedelen of bouwelementen – is het handmatig koppelen van LCA en BIM praktisch onhaalbaar. AI biedt hier uitkomst: algoritmen voor geometrische herkenning en semantische classificatie kunnen dit proces grotendeels automatiseren. Onderzoek toont al een hoge nauwkeurigheid bij automatische objectclassificatie op basis van IFC-data, wat de weg vrijmaakt voor gestandaardiseerde en verrijkte BIM-modellen [41, 42, 43, 44, 45, 46, 47]. In de praktijk worden AI-toepassingen echter vaak anders ingezet. Zo maken LLM's (Large Language Models) BIM-data toegankelijk via natuurlijke taal, aanvullend op technieken als Scan-to-BIM, waarbij pointclouds automatisch worden omgezet in BIM-elementen. Grote spelers ontwikkelen inmiddels concrete oplossingen: Autodesk AI automatiseert documentcontrole en risicodetectie, OpenSpace gebruikt computer vision voor voortgangsmonitoring, BIMLOGIQ koppelt AI aan BIM-workflows en Bentley OpenSite+ ondersteunt ontwerpbeslissingen in realtime [48, 49, 50, 51]. De inzet van AI specifiek voor BIM-LCA-integratie bevindt zich nog in de toekomst, maar de technologie vormt nu al een sleutel om circulaire ontwerpworkflows schaalbaar en toekomstbestendig te maken.

De integratie van milieu- en materiaaldata in BIM wordt ook wel 8D/9D BIM genoemd [52]. Waarbij 8D zich primair richt op milieu-impact (zoals LCA en CO₂), terwijl 9D een stap verder gaat door ook circulariteit, materiaalpaspoorten en beheerinformatie in de BIM-omgeving te integreren.

Case studies en het Digitaal Productpaspoort als sleutel tot circulariteit in de toekomst

Praktische toepassingen van 8D/9D BIM zijn nog schaars en vaak experimenteel [53, 54, 55, 56]. Zo liet het IEA EBC Annex 72-project zien dat BIM automatisch hoeveelheden kan bepalen van HVAC-systemen, waardoor hun embodied carbon inzichtelijk werd [57]. Ook masterscripties tonen dat BIM-LCA-toepassingen waardevolle inzichten in de ontwerpfase opleveren [57, 54, 55]. Een bredere doorbraak komt waarschijnlijk via Europese wet- en regelgeving. Binnen de Green Deal wordt milieuprestatiedata verplicht digitaal ontsloten via het Digitaal Productpaspoort (DPP) [10], met gegevens over samenstelling, herkomst, milieu-impact en hergebruikpotentieel [56].

Conclusie

De bouwsector staat onder grote druk: met een uitgeput CO₂-budget in 2027 en andere doelstellingen is circulair bouwen geen keuze meer maar een absolute noodzaak. De koppeling van BIM en LCA toont aan dat circulaire ontwerpkeuzes al in de ontwerpfase meetbaar en stuurbaar worden, al blijft brede toepassing technisch en commercieel nog uitdagend.

Nieuwe technologieën versnellen de ontwikkeling. AI maakt het schaalbaar om duizenden BIM-elementen automatisch te koppelen aan EPD- en LCA-data, terwijl een Digitaal Productpaspoort (DPP) de formele borging van materiaalregistratie en milieuprestaties kan ondersteunen. Voor de ontwerper die vandaag met Revit werkt betekent dit dat circulariteit direct een onderdeel wordt van het ontwerpproces: via plug-ins kan hij of zij iteratief sturen op CO₂-reductie en circulariteit zonder de workflow te verlaten. Voor de installateur opent het de mogelijkheid om materiaalstromen structureel vast te leggen in BIM, waardoor hergebruik en losmaakbaarheid aantoonbaar worden en toekomstige waarde behouden blijft. De digitale brug naar circulair bouwen wordt daarmee geen visie meer, maar een concrete routekaart richting een bouweconomie waarin materiaalwaarde, emissiereductie en levenscyclusoptimalisatie structureel zijn verankerd.

Dankwoord

De auteur wil graag dankbaarheid uiten voor inspiratie uit de Expertgroep Circulaire Installaties. Indien u informatie uit dit artikel wenst te gebruiken, gelieve dan te verwijzen naar de TVVL Expertgroep Circulaire Installaties van de TVVL. ■

Referenties

- Klimaatakkoord, „Klimaatakkoord.nl.” Gebouwde omgeving – Klimaatakkoord, 2019. [Online]. Available: <https://www.klimaatakkoord.nl/gebouwde-omgeving>. [Geopend 2025].
- Ministerie van Financiën, „Rijksfinancien.nl,” Ministerie van Financiën, [Online]. Available: <https://www.rijksfinancien.nl/miljoenennota/2017/d17e1283>.
- PIANO – Expertisecentrum Aanbesteden, „PIANO.nl,” 2023. [Online]. Available: <https://www.piano.nl/nl/sectoren/gebouwen/regelgeving-beleid-en-uitvoering>.
- Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO), „Monitor Verduurzaming Gebouwde Omgeving 2024,” 2024. [Online]. Available: <https://www.rvo.nl/sites/default/files/2024-12/Monitor-Verduurzaming-Gebouwde-Omgeving-2024.pdf>. [Geopend 2025].
- Madaster, „From registration to responsibility,” Madaster, [Online]. Available: <https://madaster.com/platform/>. [Geopend 2025].
- Deerns, Linus Klaassen, „Circular bouwen met Whole Life Carbon,” 2025. [Online]. Available: <https://www.deerns.com/nl/thoughts/circular-bouwen-met-whole-life-carbon/>. [Geopend 2025].
- Potrč Obrecht, T.; Röck, M.; Hoxha, E.; Passer, A., „BIM and LCA Integration: A Systematic Literature Review,” Sustainability, vol. 12, p. 5534, 2020.
- „A Building Information Modeling-Based Life Cycle Assessment of the Embodied Carbon and Environmental Impacts of High-Rise Building Structures: A Case Study,” Sustainability, vol. 16, p. 569, 2024.
- Berges-Alvarez, I.; Martínez-Rocamora, A.; Marrero, M., „A Systematic Review of BIM-Based Life Cycle Sustainability Assessment for Buildings,” Sustainability, nr. 16, p. 11070, 2024.
- European Union, „EU’s Digital Product Passport: Advancing transparency and sustainability,” 27 September 2024. [Online]. Available: <https://data.europa.eu/en/news-events/news/eus-digital-product-passport-advancing-transparency-and-sustainability>. [Geopend 2025].
- C. v. Overen, „Integrating building information modelling with life-cycle assessment and life-cycle costing: An exploration into the potentials of an integrated LCA-LCC application with BIM for the determination and optimisation of environmental impact and cost analysis,” 2020. [Online]. Available: <https://research.tue.nl/en/studentTheses/integrating-building-information-modelling-with-life-cycle-assess>. [Geopend 2025].
- Wastiels, L.; Decuyper, R., „Identification and comparison of LCA-BIM integration strategies,” in IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2019.
- Potrč Obrecht, T.; Röck, M.; Hoxha, E.; Passer, A., „BIM and LCA Integration: A Systematic Literature Review,” Sustainability, p. 5534, 2020.
- Nationale Milieu Database, „Environmental Performance Assessment Method for Construction Works,” Stichting Nationale Milieu Database, 2024. [Online]. Available: <https://milieudatabase.nl/en/downloads/download/environmental-performance-assessment-method-for-construction-works-version-12/>. [Geopend 2025].
- DGBC, „Circular Buildings – een meetmethode voor losmaakbaarheid v2.0,” [Online]. Available: <https://www.dgbc.nl/publicaties/circular-buildings-een-meetmethode-voor-losmaakbaarheid-v2-0/>. [Geopend 2025].
- Redactie De circulaire bouweconomie, „CO2-budget maakt bouw bewust van grenzen aan uitstoot,” De circulaire bouweconomie, 2025. [Online]. Available: <https://circulairebouweconomie.nl/achtergrond/co2-budget-maakt-bouw-bewust-van-grenzen-aan-uitstoot/>. [Geopend 2025].
- LinkedIn / Madaster, „Partnership Announcement: Madaster x Autodesk!,” Madaster, 2025. [Online]. Available: https://www.linkedin.com/posts/madaster_partnership-announcement-madaster-x-autodesk-activity-7312760646817714177-Qbua. [Geopend 2025].
- Autodesk, „Sustainability Tech Partner Program,” 2024. [Online]. Available: <https://www.autodesk.com/campaigns/sustainability-tech-partner-program>.
- Madaster, „Partnership announcement: Madaster x Autodesk,” April 2024. [Online]. Available: https://www.linkedin.com/posts/madaster_partnership-announcement-madaster-x-autodesk-activity-7312760646817714177-Qbua/.
- Autodesk, „Sustainability in Architecture, Engineering & Construction,” Autodesk, [Online]. Available: <https://www.autodesk.com/solutions/aec/sustainability>. [Geopend 2025].
- Madaster & Ecochain, „Madaster, Ecochain and Knauf are putting circular construction into practice,” 2018. [Online]. Available: <https://madaster.com/inspiration/madaster-ecochain-and-knauf-are-putting-circular-construction-into-practice/>. [Geopend 2025].
- Madaster, „Madaster Building dashboard (Environmental tab),” 2023. [Online]. Available: <https://madaster.co.uk/platform/>. [Geopend 2025].
- ARKANCE, „Our Global Leadership,” 2025. [Online]. Available: <https://arkance.world/us-en/who-we-are/global-leadership/>.
- Autodesk, „ARKANCE Overview,” [Online]. Available: <https://www.autodesk.com/support/partners/arkance-systems/1191>. [Geopend 2025].
- Arkance, „Reducing Waste in Factory Construction Through Automated Design Workflows,” 2025. [Online]. Available: <https://arkance.world/in-en/resources/read/blogs/reducing-waste-factory-construction>. [Geopend 2025].
- Arkance, „ARKANCE Announces New Integration Connecting Autodesk Construction Cloud and Bluebeam,” Arkance, 2024. [Online]. Available: <https://arkance.world/nz-en/resources/read/company-insights/ARKANCE-Announces-New-Integration-Connecting-Autodesk-Construction-Cloud-and-Bluebeam>. [Geopend 2025].
- Symetri, „Working Towards A Net Zero, Carbon Neutral Future,” Symetri, 2025. [Online]. Available: <https://www.symetri.us/sustainability>. [Geopend 2025].
- Trimble, „BIM Software Solutions Supporting Sustainable Construction,” 2024. [Online]. Available: <https://www.trimble.com/blog/construction/en-US/article/bim-software-solutions-that-support-sustainable-construction>.
- Trimble, „Cutting carbon at the conceptual stage,” 2025. [Online]. Available: <https://www.trimble.com/blog/trimble/en-US/article/cutting-carbon-at-the-conceptual-stage>. [Geopend 2025].
- One Click LCA, „Bentley Systems & One Click LCA integration,” One Click LCA, 10 juli 2024. [Online]. Available: <https://oneclicklca.com/en/resources/press-release/bentley-systems-announces-availability-of-life-cycle-assessment-and-embodied-carbon-calculation-capabilities-for-infrastructure>. [Geopend 2025].
- One Click LCA, „One Click LCA Tutorial: Trimble Connect Integration,” One Click LCA, 2024. [Online]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=w5012wqhAEU>. [Geopend 2025].
- One Click LCA, „BIM and other integrations,” 2025. [Online]. Available: <https://oneclicklca.com/en-us/why-us/capabilities/bim-other-integrations>.
- MagiCAD group, „Celebrating 40 Years of Innovation,” 2023. [Online]. Available: <https://www.magicad.com/celebrating-40-years-of-innovation/>.
- Die Werkbank & EPEA, „Building Circularity Passport,” 2023. [Online]. Available: <https://dieworkbank.eu/en/bim-more-blog/passport>.
- KieranTimberlake, „Tally® – LCA for Revit,” 2023. [Online]. Available: <https://kierantimberlake.com/page/tally>.
- One Click LCA, „MagiCAD Group partners with One Click LCA,” 2024. [Online]. Available: <https://oneclicklca.com/en/resources/press-release/magicad-group-partners-with-one-click-lca-to-enhance-environmental-data-collection-for-sustainable-mep-manufacturers>.
- Bentley Systems & One Click LCA, „Life cycle assessment in iTwin Platform,” [Online]. Available: <https://oneclicklca.com/en/resources/press-release/bentley-systems-announces-availability-of-life-cycle-assessment-and-embodied-carbon-calculation-capabilities-for-infrastructure>.
- Makersite, „Makersite partners with Autodesk to bring sustainability insights into design,” 2023. [Online]. Available: <https://makersite.io/customer-story/makersite-partners-with-autodesk/>.
- Diwerkbank, „Building Circularity Passport: CO2-Bilanz ab Entwurf steuern,” Diwerkbank - Turn BIM into Benefits, [Online]. Available: <https://diwerkbank.eu/partnerschaften>. [Geopend 2025].
- European Commission, „Level(s) European framework for sustainable buildings,” 2025. [Online]. Available: https://green-forum.ec.europa.eu/green-business/levels_en. [Geopend 2025].
- R. Sacks PhD, M. Girolami PhD en I. Brilakis PhD, „Building Information Modelling, Artificial Intelligence and Construction Tech,” Developments in the Built Environment, vol. 4, p. 100, 2020.
- H. Sun en I. Kim, „Applying AI technology to recognize BIM objects and visible properties for achieving automated code compliance checking,” Journal of Civil Engineering and Management, vol. 6, nr. 28, pp. 497-508, 2022.
- Z. Wang, H. Ying, R. Sacks en A. Bor, „CBIM: A Graph-based Approach to Enhance Interoperability,” arXivLibs, 23 April 2023.
- S. Du, L. Hou, G. Zhang, Y. Tan en P. Mao, „BIM and IFC Data Readiness for AI Integration in the Construction Industry: A Review Approach,” Buildings, vol. 14, nr. 10, p. 3305, 2024.
- BIMefy, „BIMefy Homepage,” [Online]. Available: <https://www.bimefy.com/>. [Geopend 2025].
- R. M. I. Anwar en S. Azhar, „AI-based Object Detection and Material Classification for Scan-to-BIM – A Deep Learning Framework,” in Proceedings of Associated Schools of Construction 61st Annual International Conference.
- Á. Á. Semjén en J. Szép, „Integrating generative and parametric design with BIM: A literature review of challenges and research gaps in construction design,” Applications in Engineering Science, vol. 23, nr. september, 2025.
- Autodesk, „AI for Construction,” AI for Construction, 2025. [Online]. Available: <https://construction.autodesk.com/workflows/artificial-intelligence-construction>. [Geopend 2025].
- OpenSpace, „OpenSpace Launches Comprehensive Progress Tracking Solution for the Construction Industry,” 2025. [Online]. Available: <https://www.openspace.ai/press-releases/progress-tracking-disperse>. [Geopend 2025].
- BIMLOGIQ Copilot, „Autodesk App Store,” 2025. [Online]. Available: <https://apps.autodesk.com/RVT/en/Detail/Index?id=1840006799718333764&appLang=en&os=Win64>. [Geopend 2025].
- Bentley System, „Bentley Systems Announces Generative AI Game-Changer for Civil Site Design,” Bentley System, 2025. [Online]. Available: <https://www.bentley.com/news/bentley-systems-announces-generative-ai-game-changer-for-civil-site-design/>. [Geopend 2025].
- Autodesk, „The Evolution of BIM Dimensions: 3D, 4D, 5D & Beyond,” 2023. [Online]. Available: <https://www.autodesk.com/blogs/construction/bim-dimensions/>.
- Overen, J. van, „EICAS: Een gebruiksvriendelijke applicatie voor BIM-gebaseerde LCA en LCC in de vroege ontwerpfase,” 2021.
- Gemert, A. van, „MPG-ENVIE: Embodied impacts assessment tool for early design stage,” Master Thesis, TU Eindhoven & Arcadis, 2021.
- Sánchez, B.; van Nederveen, G.A.; Lukman, R.K.; et al., „Open BIM-LCA integration for circular HVAC design: Case study in the Netherlands,” in CLIMA 2022, 2022.
- EvoFenex, „Het digitaal productpaspoort komt eraan,” 5 december 2024. [Online]. Available: <https://www.evoFenex.nl/magazines/het-digitaal-productpaspoort-komt-eraan>. [Geopend 2025].
- International Energy Agency, „Assessing life cycle related environmental impacts caused by buildings: Case study collection,” International Energy Agency, [Online]. Available: https://annex72.iea-ebc.org/Data/publications/E_Birgisdottir%20et%20al%20a%202022_Building%20case%20study%20collection_v3.pdf. [Geopend 2025].
- L. Lijian Ma, R. Azari en M. Elimeiri, „A Building Information Modeling-Based Life Cycle Assessment of the Embodied Carbon and Environmental Impacts of High-Rise Building Structures: A Case Study,” Sustainability, nr. 16, p. 569, 2024.