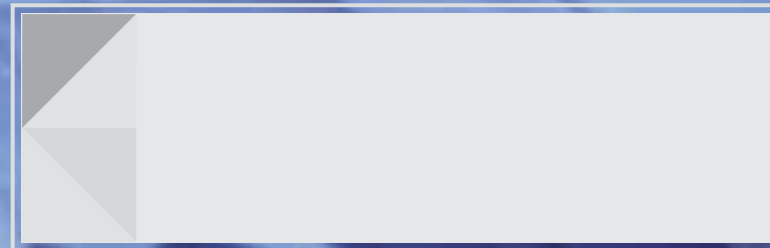
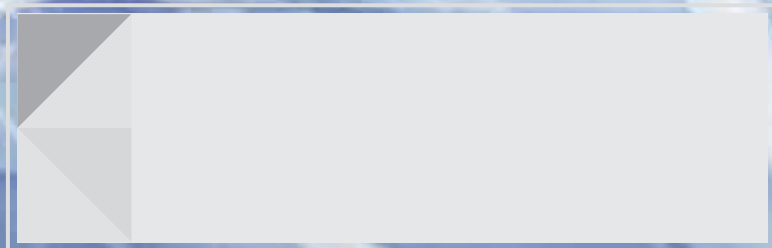
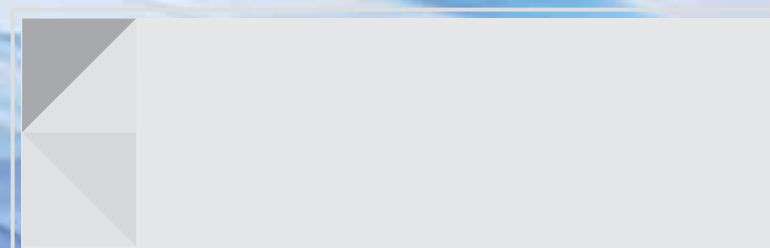
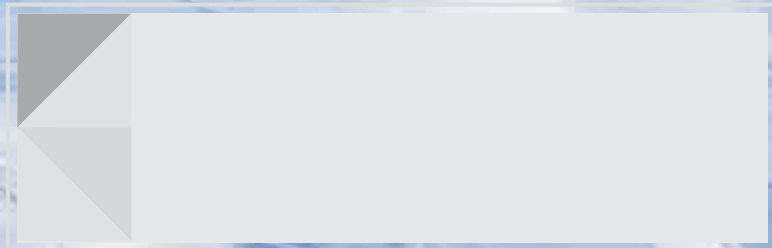
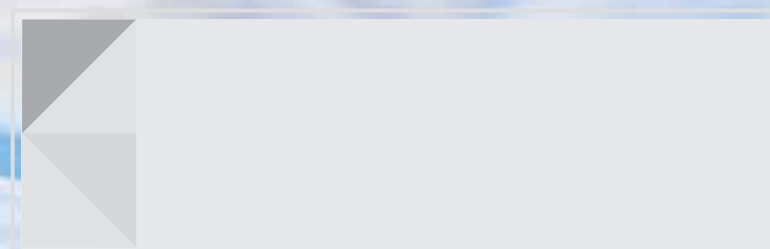
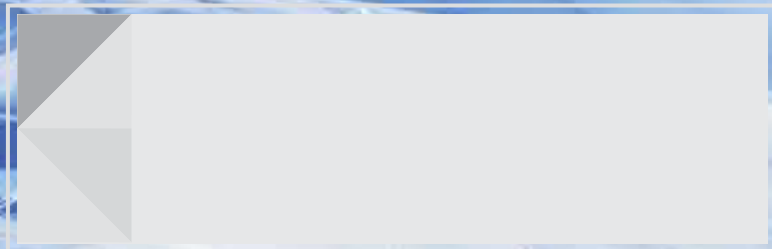


Het belang van BIM meten: strategische ROI behalen





Het belang van BIM meten: **Strategische ROI behalen**

De economische waarde van BIM-technologie (Building Information Modeling) in de levenscyclus van gebouwen, **van ontwerp tot constructie tot activiteiten en onderhoud**, wordt vaak gewogen door de verhouding van ROI (Return On Investment) te meten. Doordat het steeds sneller in gebruik nemen van BIM-processen de norm wordt tijdens de levenscyclus van gebouwen, is de rol van ROI in besluitvorming op technologisch gebied aan het verschuiven. Onderzoek van Autodesk naar dit onderwerp suggereert dat toonaangevende bedrijven een genuanceerde kijk op ROI nastreven voor een geïnformeerde investerings- en innovatiestrategie.



Belang en ROI van BIM in ontwerp, constructie en levenscyclusbeheer van gebouwen

Belang en ROI van BIM in ontwerp, constructie en levenscyclusbeheer van gebouwen

Sinds de komst van BIM-technologie proberen bedrijven die BIM gebruiken, de invloed van technologie- en softwareovergang op het gebied van kwantitatieve en kwalitatieve factoren te begrijpen. Terwijl BIM-gebruik blijft versnellen, kan de ontwerp- en constructie industrie profiteren van meer dan tien jaar ervaring, waardoor het belang en de financiële impact van BIM wordt gerealiseerd. De lange geschiedenis en sterke geloofwaardigheid van ROI heeft het een noodzakelijke evaluatiestap gemaakt vóór veel kapitale of arbeidsintensieve bedrijfsinvesteringen, zoals het gebruik van BIM.¹

Hoewel sommige bedrijven een ROI-verhouding berekenen om de economische voordelen van proceswijziging te beoordelen, vinden anderen deze berekening te moeilijk

of arbeidsintensief. Velen vinden dat exacte berekening vaak wordt bemoeilijkt door de complexiteit en het unieke karakter van projecten.

Ondanks alle sterke kanten van ROI-analyse, kan deze vaak geen niet-meetbare factoren weergeven die belangrijk zijn voor een project of bedrijf, zoals vermeden kosten of verbeterde veiligheid. Daarnaast kunnen de systemen en het personeel zelf die zijn vereist om ROI te meten en bij te houden tijdrovend en duur zijn. Er is geen standaardmethode in de industrie voor de berekening van de ROI van BIM en veel bedrijven hebben geen consistente meetmethoden toegepast, hoewel hier wel interesse voor is en bedrijven geloven in de potentiële waarde van ROI voor besluitvorming op het gebied van BIM-investering.

¹ Zie bijlage A voor meer informatie over verschillende methoden voor de berekening van ROI

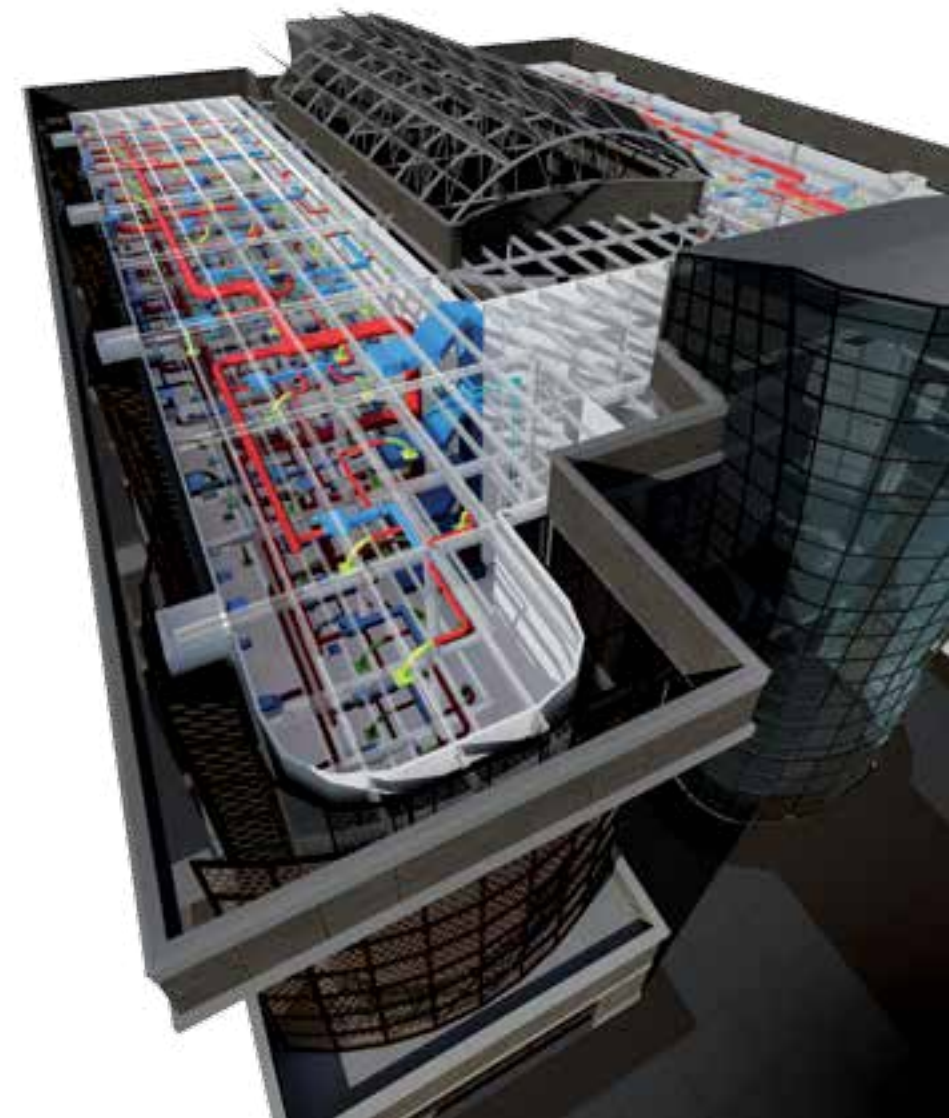
² McGraw Hill Construction (2012) en zie "Autodesk 2013 BIM ROI Customer Perception Study" in bijlage A

Belang en ROI van BIM in ontwerp, constructie en levenscyclusbeheer van gebouwen

De uitdaging die het definiëren van de economische invloed van BIM voor de bouwontwerp- en constructie-industrie biedt, heeft veel interesse gewekt voor onderzoek. Naast de meting van de visie op ROI in de industrie via enquêtes en interviews³, bestonden onderzoeken uit uitgebreide inspecties van financiële resultaten van casestudyprojecten⁴ en gedegen onderzoek naar specifieke bedrijfsinitiatieven⁵. Dit werk biedt een uitgebreid onderzoek naar de ROI van BIM en overspant de hele projectlevenscyclus, onderzoekt diverse gebouwtypen, houdt rekening met verschillende niveaus van BIM-ervaring en bekijkt een reeks berekeningsmethoden.

Hoe reageren industrieleiders op de spanning tussen de sterke overtuiging van het belang van ROI en de uitdagingen in de berekening van investering/ROI-verhoudingen voor BIM in ontwerp-, constructie- en gebouw activiteiten?

Om inzicht in deze vraag te krijgen, is Autodesk onlangs gesprekken aangegaan met klanten in verschillende fasen van BIM-gebruik door twee onafhankelijke onderzoeksbedrijven in te schakelen: King Brown Partners, Inc., en Scan Consulting.



³ McGraw Hill Construction (2012) en Bercker-Gerber en Rice (2010)

⁴ Azhar et al (2008), Shen en Issa (2010), Giel en Issa (2013) en Bryde et al (2012)

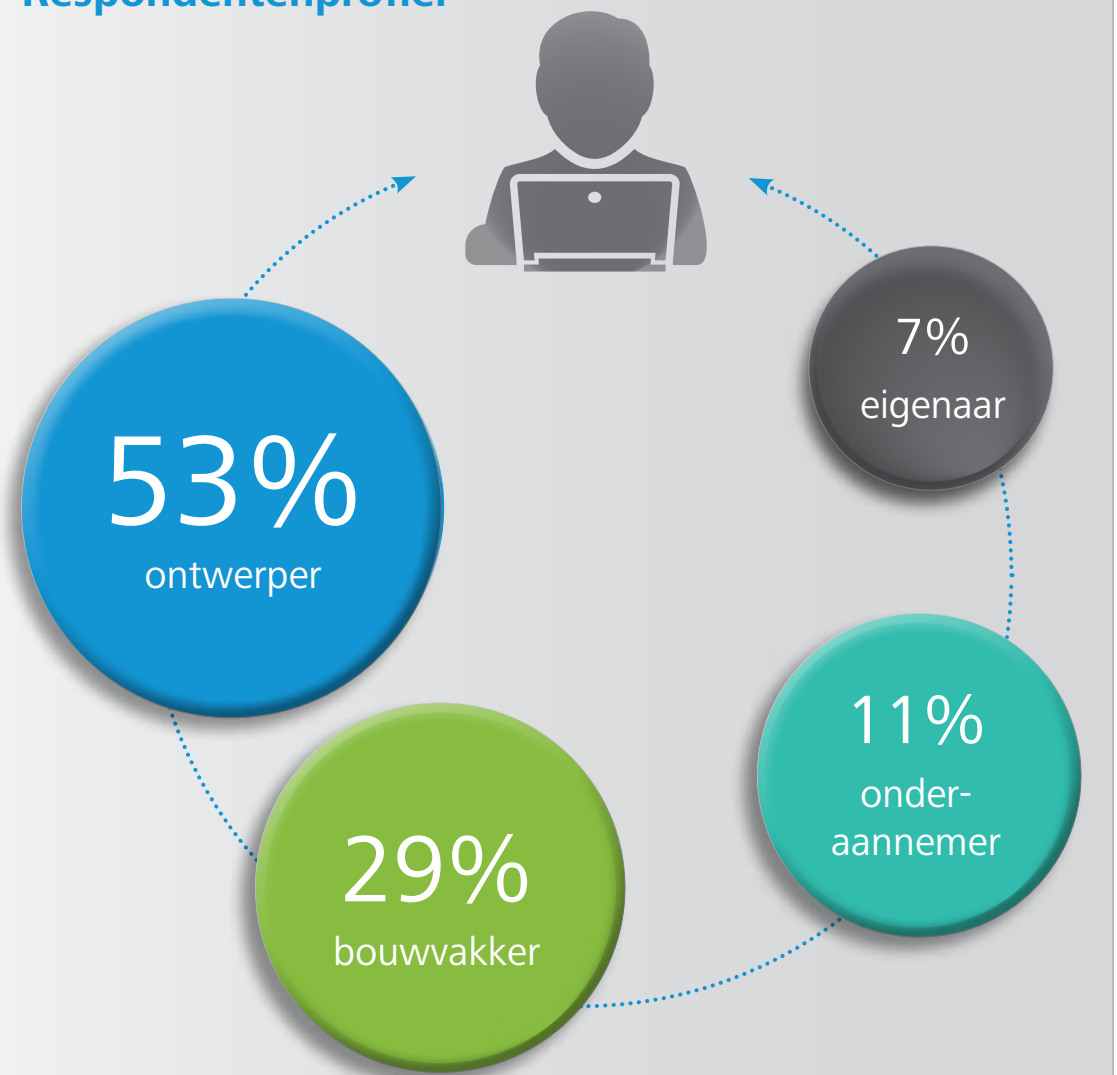
⁵ Barlish en Sullivan (2012), Giel et. al (2010), Giel en Issa (2013)

Belang en ROI van BIM in ontwerp, constructie en levenscyclusbeheer van gebouwen

In de eerste fase van de Autodesk BIM ROI Customer Perception Study⁶, namen King Brown Partners en Scan Consulting 28 uitgebreide telefooninterviews af met industrieprofessionals op het gebied van ontwerp, constructie en vastgoedontwikkeling en -activiteiten in de Verenigde Staten.

Als aanvulling op dit onderzoek droegen bijeenkomsten met groepen leidinggevenden in São Paulo, Brazilië en de VS bij aan dit onderzoek met gegevens. Antwoorden van deelnemers aan de enquête zijn samengevoegd om anonimiteit te bewaren.

BIM ROI Customer Perception Study Respondentenprofiel



⁶ Autodesk BIM ROI Customer Perception Study, King Brown Partners en Scan Consulting (2013)



ROI-factoren: investeringen en voordelen

ROI-factoren: investeringen en voordelen

Investering berekenen

Samen bieden deze onderzoeken een uitgebreide lijst met de relevante elementen van investering en de vermoedelijke voordelen waarnaar bedrijven streven en die ze in hun economische berekeningen van ROI opnemen.

De interviews voor de Autodesk BIM ROI Customer Perception Study geven aan dat bedrijven begrijpen welke kosten het gebruik van BIM met zich meebrengt. Er is echter een duidelijke variatie in het meten of bijhouden van BIM-investering als een aparte uitgave, afzonderlijk van bedrijfsactiviteiten als geheel.

Investeringen vinden plaats op verschillende punten op een tijdlijn van BIM-gebruik, terwijl bedrijven zich steeds meer ontwikkelen en projectgebruik wordt uitgebreid. Investeringen kunnen van gevarieerde duur zijn, vooral strategische initiatieven die zijn gericht op de transformatie van het bedrijf.

Opstartinvesteringen

- Technologieplatform (hardware, netwerk, opslag- en cloudcapaciteit)
- Softwarefunctionaliteit (licenties, abonnementen)
- Training/hertraining
- Infrastructuur van communicatie, gegevensdeling
- Wijzigingen in de werkomgeving

Projectspecifieke kosten

- Aanpassingen van projectbeheer
- Onderbrekingen in workflows
- Teamproceswijzigingen
- Verwerking van gegevens-/modelvereisten

Strategische uitgaven

- Planningsinitiatieven
- Ontwikkeling van standaarden
- Invloed bijhouden, documenteren, meten
- Aanpassing, innovatie
- Extra bezetting en/of nieuwe rollen (bijv. BIM-manager, IT-support)
- Investeringen in leiderschap en cultuur

ROI-factoren: investeringen en voordelen

Er zijn drie typen BIM-investeringen: 1) opstartkosten om technologie te implementeren; 2) kosten om innovatie op een specifiek project af te stemmen; en 3) uitgaven op de langere termijn die strategische bedrijfswijzigingen ondersteunen.

Opstartkosten

Vooraf in de opstartfase wordt investering in technologie door meer dan 50 procent van de respondenten van de enquête beschouwd als een aanzienlijke uitgavepost, maar wordt het ook gezien als een onvermijdelijke prijs voor het behoud van een concurrentiepositie op de markt. Zoals een Associate Vice President van een architectenbureau opmerkte: "BIM-werk vereist meer rekenkracht en meer netwerkkracht dan traditioneel CAD-werk, en die kracht heeft een prijs."

Directe arbeidskosten worden gezien als het grootste onderdeel van een project, maar er wordt niet gedacht dat deze merkbaar verschillen voor BIM-centrische versus traditionele CAD-projecten. Bedrijven zijn zich ervan bewust dat er rekening moet worden gehouden met kosten voor professionele ontwikkeling, waaronder basistraining in het gebruik van BIM-producten en verdere instructies voor nieuwe werkmethoden, in de berekening van investering.

Er moet rekening worden gehouden met kosten voor professionele ontwikkeling, waaronder basistraining in het gebruik van BIM-producten en instructies voor nieuwe werkmethoden, in de berekening van investering.

ROI-factoren: investeringen en voordelen



“Toen we ons aanvankelijk verdiepten in BIM, wisten we dat het een enorme investering zou worden om het personeel te trainen in Revit; hoe ze het moesten gebruiken en hoe ze het efficiënt konden gebruiken. Er zou een hele aanloopfase zijn, waarin iedereen langzamer zou zijn dan dat ze waren in AutoCAD Architecture”, zei een contractmanager/ontwikkelaar.

Kosten om BIM op een project af te stemmen

Terwijl BIM-gebruik voor projecten snel toeneemt, geeft 32 procent van de respondenten aan dat extra arbeidsinvesteringen vereist zijn om BIM af te stemmen op de processen van het bedrijf (bijvoorbeeld de toevoeging van een BIM-manager, meer IT-ondersteuning). Een elektricien gaf aan: “Als er iets is waar we ons als industrie bewust van moeten zijn en moeten proberen te veranderen, is het het niveau van expertise op de technologische vooruitgang af te stemmen.



ROI-factoren: investeringen en voordelen



Uitgaven op de langere termijn

Strategische uitgaven op de langere termijn op bedrijfsniveau, zoals investering in ontwikkeling of aanpassing van standaarden, maken deel uit van de berekening. Zulke kosten kunnen echter moeilijk te kwantificeren zijn. Bovendien vinden bedrijven het moeilijk om kosten zoals workflowonderbrekingen en inefficiënties te meten tijdens ingebruikname en vroege implementatie. Er moet ook rekening worden gehouden met inspanningen die zijn vereist om interne processen te wijzigen, met andere woorden om gegevens en informatie eerder in het ontwikkelingsproces van het ontwerp te integreren of om modellering tijdens preconstructie op te nemen, om een volledige investeringsberekening te maken.

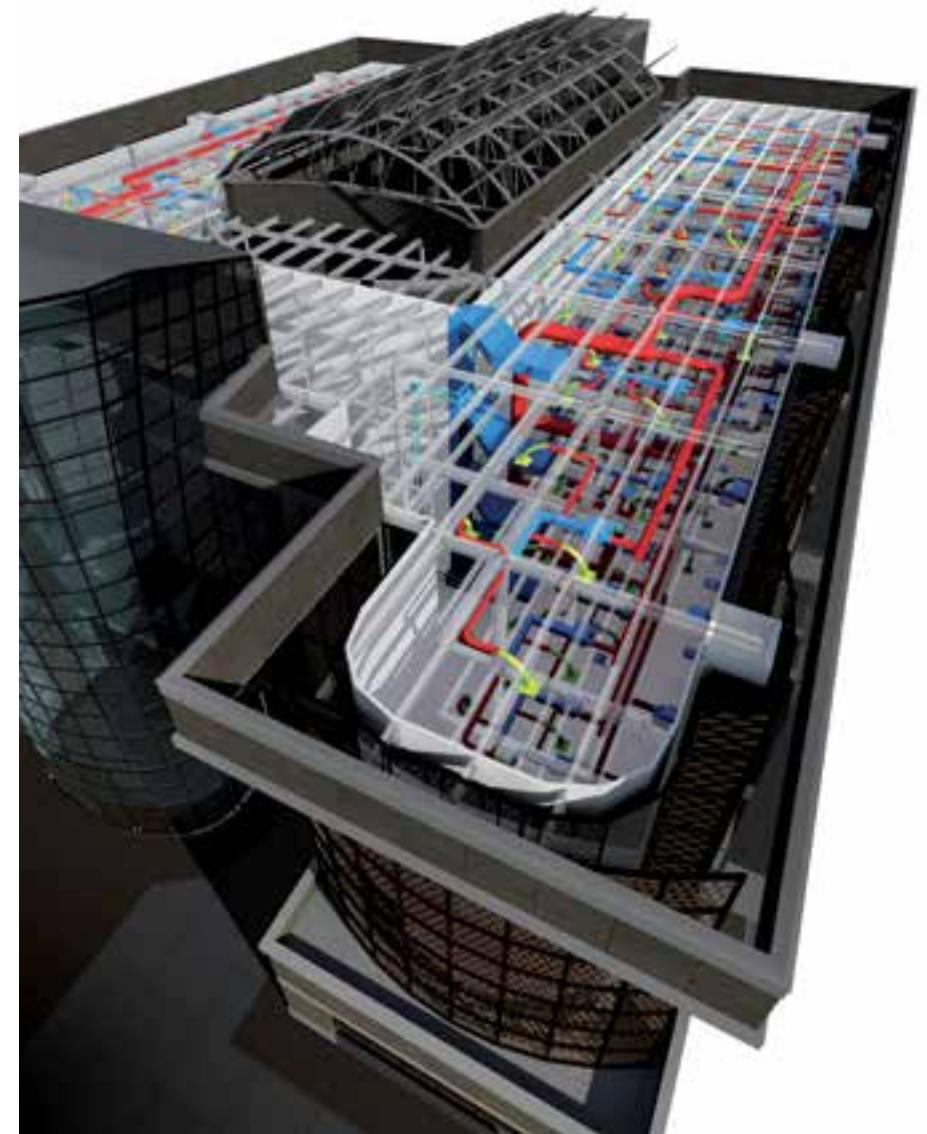
Bedrijven vinden het moeilijk om kosten zoals workflowonderbrekingen en inefficiënties te meten tijdens ingebruikname en vroege implementatie.

ROI-factoren: investeringen en voordelen

Kwantificerende voordelen

Casestudy-onderzoek en de Autodesk BIM ROI Customer Perception Study hebben veel voordelen geïdentificeerd die de berekening van financiële winst ondersteunen.⁷ Vrijwel alle Autodesk-klanten die over ROI zijn geïnterviewd zijn het ermee eens dat BIM staat voor een verbetering in de manier waarop gebouwen worden ontworpen en dat BIM een scala aan voordelen biedt aan deelnemers en de eigenaar van het project gedurende de levensduur van het project.

“Het was niet echt een financiële beslissing, het was meer zo van: 'Dit is waar het heen gaat. Als we bij willen blijven en onze concurrentiepositie willen behouden, moeten we erin meegaan.'”, zei de Vice President van een architectenbureau. “Voor eigenaars draait het erom het gebouw zo snel mogelijk te laten bouwen. Hoe sneller het ziekenhuis in gebruik wordt genomen, hoe sneller er winst wordt gemaakt. Niemand bouwt een gebouw alleen voor de lol”, merkt een ontwerper op.



⁷ McGraw Hill (2007-2012), Barlish en Sullivan (2012), Qian (2012), Bryde et al (201103), Berckerik-Gerber en Rice (2010).

ROI-factoren: investeringen en voordelen

Een genuanceerde kijk op ROI voor BIM houdt rekening met drie dimensies:

Organisatiedimensie:

of voordelen worden gemeten op projectniveau of bedrijfsniveau

Stakeholderdimensie:

welke specifieke rol het bedrijf heeft in het ecosysteem van het project

Ontwikkelingsdimensie:

de mate van BIM-ervaring van het team en bedrijf

Door rekening te houden met BIM-gebruik en ROI-beoordeling voor deze drie dimensies, kunnen bedrijven beter begrijpen hoe meting en technologische innovatie strategisch kunnen worden gecombineerd om voortgang te informeren met betrekking tot toekomstige niveaus van BIM-ontwikkeling.



“Dankzij BIM konden we onze positie op de markt behouden, en terwijl andere bedrijven BIM in gebruik nemen, willen we ervoor zorgen dat we concurrerend blijven. Ik denk dat we onze positie hebben versterkt wat betreft marktaandeel en door gewoon bereid te zijn om de projecten uit te voeren waarvoor we de kennis hebben.”

– Directeur van een ontwerpbedrijf



Bedrijfsdimensies van de ROI van BIM

Organisatiedimensie van BIM

Projectniveau

Wanneer bedrijven besluiten over te gaan op BIM, stellen de bestuurders voor gebruik belangrijke doelen op die van invloed zijn op de manier waarop winst wordt nagestreefd en behaald. Klanten die werden geïnterviewd over de ROI van BIM gaven in sommige gevallen aan dat gebruik werd aangespoord door een vereiste van een klant voor een project.

In dat geval streeft een bedrijf meestal naar winst uit het succes en de winstgevendheid van dat voltooide BIM-project. Zoals een professional in de bouw toelichtte: "We hebben een geweldige klant die bereid was om deel te nemen aan de hele samenwerkingsinspanning, dus we zeiden 'Dit is een mooie kans!' En hierdoor [BIM] was het project maanden eerder voltooid dan gepland in vergelijking met een eerder vergelijkbaar project met deze eigenaar."

De Vice President van een onderaannemersbedrijf merkte op dat "het grote voordeel van BIM is dat de eigenaar een gebouw drie tot vier maanden eerder krijgt. Het is een geweldig voordeel voor de hele industrie bij projecten die snel op de markt moeten komen."

Autodesk-klanten gaven aan dat BIM concrete, kwantificeerbare voordelen bood op projectniveau, zoals minder RFI's, samen met niet-meetbare voordelen die moeilijker te kwantificeren zijn maar onder andere bestaan uit de mogelijkheid om extra ontwerpopties op efficiënte wijze na te streven en te analyseren en de projectwaarde te verhogen via parametrische ontwerpverbeteringen:

→ Minder verspilling en risico's

“We zagen aanzienlijke besparingen afkomstig van het ontwerp, de constructie en opbouw van structurele staalpakketten die ontworpen zijn met BIM. We hebben niet alleen een mandaat voor het gebruik van BIM, maar we hebben een nationale account met één staalbouwfirma die BIM gebruikt voor al ons staal in het land omdat de besparingen zo drastisch zijn.”

→ Verbeterde ontwerp kwaliteit

“Ons totale wijzigingspercentage ging van ergens rond de 2,5 procent van de constructiekosten naar ongeveer 1,6 procent van de constructiekosten dankzij deze hyperverbeterde coördinatie die we kunnen uitvoeren. Het bespaart ons veel tijd en zorgen tijdens de bouw.”

– Directeur van architectenbureau.



→ Minder fouten

"Ik verwacht dat we arbeidskosten meer binnen de perken kunnen houden en projecten sneller kunnen voltooien met minder fouten. Terwijl het vak zich verder ontwikkelt, stelt ons BIM-gebruik ons in staat om aan geïntegreerde projectleveringsprojecten te werken omdat we de software leercurve alsook de mentale leercurve van het werken met een ander risicomodel in ons opnemen. Ik denk dat het voordeel op de lange termijn is dat het ons in staat stelt om het soort werk dat we willen doen op economische wijze uit te voeren."

– Directeur bij een ontwerpbedrijf

→ Meer begrip en communicatie tussen klant, ontwerp- en bouwteam

"We presenteerden een ontwerp aan 400 leden met een animatie die rechtstreeks vanuit de software was gegenereerd. Nadat we dat aan hen hadden laten zien, was het tijd voor vragen en ik bereidde me voor op een

heel lange avond. Ze stelden één vraag over douches en daarna zeiden ze: "Dit ziet er geweldig uit. We weten wat we krijgen. Laten we het bouwen."

→ Verbeterde projectlevering dankzij efficiënt gebruik van resources, verbeterde veiligheid en accurate tijdlijnen

"Het grootste voordeel: minder geschillen en claims. Nummer één, zonder twijfel."

– Aannemer in elektrische bouw

→ Versnelde wettelijke goedkeuring en vergunningen, en minder risico's

"Projecten draaien om het verminderen van risico's en ik denk dat BIM een tool is die ons helpt risico's te verminderen voor de eigenaar en dit zorgt voor een beter project voor de ontwerper, voor de aannemer, voor de klant, dus we besteden er allemaal aandacht aan."

– Senior directeur, architectuur- en engineeringbedrijf

Bedrijfsniveau

Terwijl bedrijven hun toepassing van BIM uitbreiden naar meerdere projecten of het gebruik van BIM uitbouwen als een bedrijfsstrategie, moet het idee van ROI worden uitgebreid om voordelen op bedrijfsniveau op te nemen, zoals mogelijkheden voor werk met nieuwe klanten. Tijdens de interviews over de ROI van BIM vermeldde respondenten bedrijfsverbeteringen voor de workflow en het team. Zoals een bouwvakker stelde: “De nettowinst kan hoger zijn met BIM. We kunnen werk dat we vroeger met 650 mensen deden, nu doen met 600 mensen.”

Andere voordelen zijn de competentie en het behoud van personeel. Een architect zei: “Ik kan me niet voorstellen dat iemand die is afgestudeerd nu zelfs maar wil werken bij een bedrijf dat niet in hoge mate gebruik maakt van BIM. Dat is wat we zien als we sollicitanten of nieuwe werknemers krijgen.”

Mogelijkheden voor bedrijfsmodeluitbreiding of nieuwe services zoals Quality Assurance of modelontwikkeling zijn ook voordelen op bedrijfsniveau. Gegevensrijke modellen zorgen voor mogelijkheden voor bedrijven om doorlopende services te bieden aan klanten omdat gegevens vlotter worden geïntegreerd in faciliteitenactiviteiten en -onderhoud.

Gegevensrijke modellen zorgen voor mogelijkheden om doorlopende services te bieden aan klanten omdat gegevens vlotter worden geïntegreerd in faciliteitenactiviteiten en -onderhoud.



Het kan een uitdaging zijn om winst op bedrijfsniveau alleen toe te schrijven aan BIM-gebruik. Als bedrijven de status van het bedrijf blijven controleren via traditionele meetwaarden zoals winstgevendheid, risicofactoren, aantal claims/geschillen, gewonnen of verloren projecten of herhaalde opdrachten van belangrijke klanten, kan de werkelijke invloed van BIM op deze meetwaarden moeilijk te onderscheiden zijn van andere factoren.

Een aannemer zei: "Het is een stuk moeilijker om dingen zoals verbeterde mogelijkheden die voortvloeien uit betere resultaten, te meten. Wanneer je goed werk levert voor een eigenaar en een team en de resultaten zijn goed, willen ze uiteraard later weer met je werken."

Bedrijfsdimensies van de ROI van BIM

Stakeholderdimensie van de ROI van BIM

Een tweede BIM ROI-factor is de stakeholderdimensie. Respondenten van de interviews lieten weten dat ze de winst van BIM anders beoordelen afhankelijk van hun rol in een project. Of iemand BIM gebruikt als tool in ontwerp, bouw of activiteiten is van invloed op het perspectief.

Dit komt overeen met eerder onderzoek dat verschillende opvattingen van stakeholders over het belang identificeerde. Eigenaars, bijvoorbeeld, zien communicatie tussen meerdere partijen en verbeterde projectprocessen en -resultaten als belangrijkste voordelen, terwijl architecten en technici prioriteit geven aan productiviteit en communicatie. Aannemers geven productiviteit en lagere projectkosten op als hun belangrijkste BIM-voordelen.⁸ “De eliminatie van aanpassingen is een gemakkelijk doel voor onze industrie”, zei een aannemer. “We kunnen virtueel boven het plafond kijken, kijken hoe alles zit, wat er botst, en het virtueel oplossen in plaats van het in het veld te moeten herstellen.”

In het diagram (zie volgende pagina) zijn individuele antwoorden van het 2013 Autodesk ROI-onderzoeksproject samengevoegd.

*Eigenaars zien
communicatie tussen
meerdere partijen en
verbeterde project
processen en -resultaten
als belangrijkste voordelen.*

*Aannemers geven
productiviteit en lagere
projectkosten op als hun
belangrijkste
BIM-voordelen.*

⁸ McGraw Hill Construction (2012)

Bedrijfsdimensies van de ROI van BIM

Hoe stakeholderrollen van invloed zijn op de beoordeling van BIM

	Ontwerp	Constructie	Eigenaars
BIM-gebruik	Wijdverspreid	Opkomend, en steeds meer gewaardeerd	Velen geven BIM op, maar slechts enkelen gebruiken het actief of begrijpen het volledig
Belangrijkste voordelen	Verbeterde samenwerking met projectdeelnemers Minder aanpassingen en wijzigingen van orders	Minimaliseert/elimineert een aanzienlijk aantal wijzigingen Verbeterd bouwmanagement Geweldig voor het schatten van hoeveelheden en materialen	Kan tijd verkorten voor voltooiing van volledige project Zorgt voor effectiever beheer, activiteiten en upgrades
Verwante kosten	Vereist meer tijd om het model volledig in te vullen Ontwerpers kunnen meer tijd in beslag nemen bij het verkennen van ontwerpalternatieven	Vereist een wijziging van bedrijfsproces en bijbehorende technologie -investering om volledig te realiseren	Momenteel onzeker, behalve investering in de software
Interesse in ROI	Niet bepaald nuttig indien gebonden aan een beslissing om BIM wel of niet te gebruiken Geïnteresseerd in het begrijpen van verborgen kosten en mogelijke winstkansen	Niet direct relevant omdat zij doorgaans niet over BIM besluiten	Geïnteresseerd en behoefte aan training over optimaal profiteren van activa ontworpen voor BIM
Oordeel over BIM	Niet meer weg te denken. Maakt werk ingewikkelder maar staat voor "wat men hoort te doen"	Welkome verbetering die op alle projecten moet worden toegepast	Aanzienlijk potentieel en steeds vaker een standaardvereiste voor projectdeelnemers

Bedrijfsdimensies van de ROI van BIM



Eigenaars lijken veel geïnteresseerder te zijn in ROI-berekeningen. Zoals de directeur van een architectenbureau zei: “De eigenaars van projecten profiteren van vermeden wijzigingen tijdens de bouw. Voor het bouwteam zijn er belangrijke voordelen dankzij de eliminatie van aanpassingen om de veiligheid te verbeteren, en we kunnen onze eigenaars een realistisch model geven wat hun een groot voordeel biedt.”

Net als eigenaars, zijn ontwerpers geïnteresseerd in ROI als een middel om meer inzicht te krijgen in mogelijkheden.

Veel ontwerpbedrijven maakten al vroeg gebruik van BIM op basis van de waarneming dat hun bedrijven beter gepositioneerd zouden zijn om met overheidsdiensten te werken die BIM-mandaten toepassen.



Bedrijfsdimensies van de ROI van BIM

Ontwikkelingsdimensie van de ROI van BIM

Een derde dimensie in de toepassing van ROI is het BIM-ervaringsniveau. Wanneer bedrijven overgaan van 2D op een eerste BIM-implementatie, berekenen ze de ROI om te bepalen of de technologische investering de moeite waard is. Als bedrijven de eerste fase van BIM-gebruik eenmaal hebben doorlopen, verschuift ROI-berekening echter naar een meer genuanceerde tool om specifieke initiatieven voor de bedrijfsstrategie te beoordelen.

Recent onderzoek toont een samenhang tussen verschillende niveaus van BIM -ervaring en ROI aan. De meerderheid van de gebruikers die BIM al langer gebruiken, rapporteren een hoge ROI, terwijl dit slechts bij 20 procent van gebruikers die BIM nog niet zo lang gebruiken, het geval is.⁹

“De grootste factor voor kostenverschuiving bij BIM is de manier waarop we het gebruiken om ervaren ontwerpers geweldige tools in handen te geven. Wanneer deze zeer ervaren mensen zijn getraind, kunnen ze meer doen in dezelfde tijd”, zei de directeur van een ontwerpbedrijf.

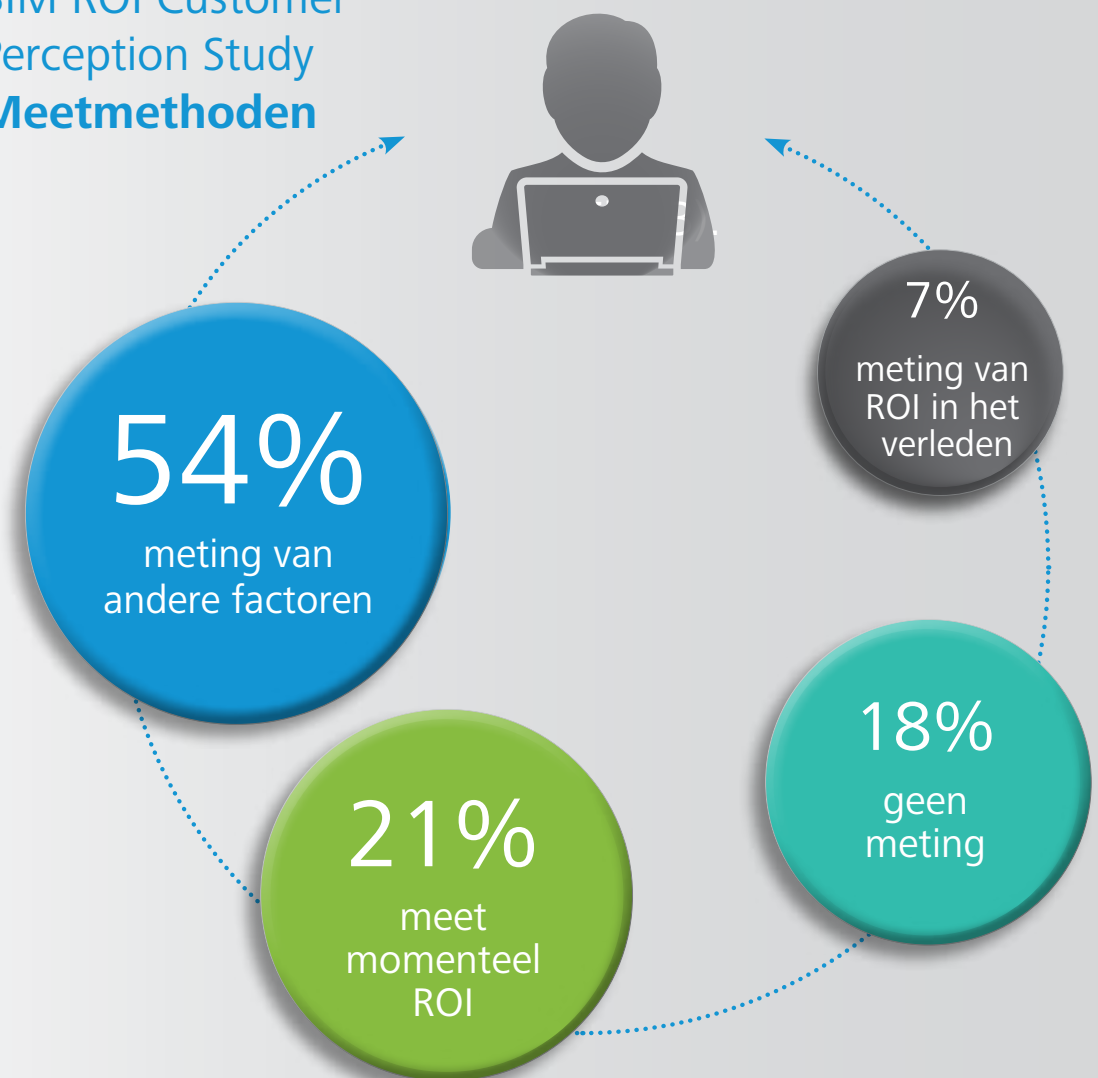


⁹ McGraw Hill Construction (2012)

Bedrijfsdimensies van de ROI van BIM

Veel klanten met uitgebreide BIM-ervaring geven aan dat ze interne procedures hebben om ervaring te meten, bedrijfscompetentie te beoordelen en werknemers aan te moedigen de vereiste vaardigheden te ontwikkelen. In regio's waar de overheid beleidsregels heeft ingesteld om BIM-gebruik aan te moedigen, zoals in het Verenigd Koninkrijk, zijn ervarings- of ontwikkelingsniveaus vaak officieel gedefinieerd om duidelijkheid te bieden en gebruikers naar geavanceerdere niveaus te helpen.¹⁰ Terwijl bedrijven de verschillende ontwikkelingsniveaus doorlopen, bieden verschillende meetwaarden kwantitatieve feedback over winst.

BIM ROI Customer Perception Study Meetmethoden



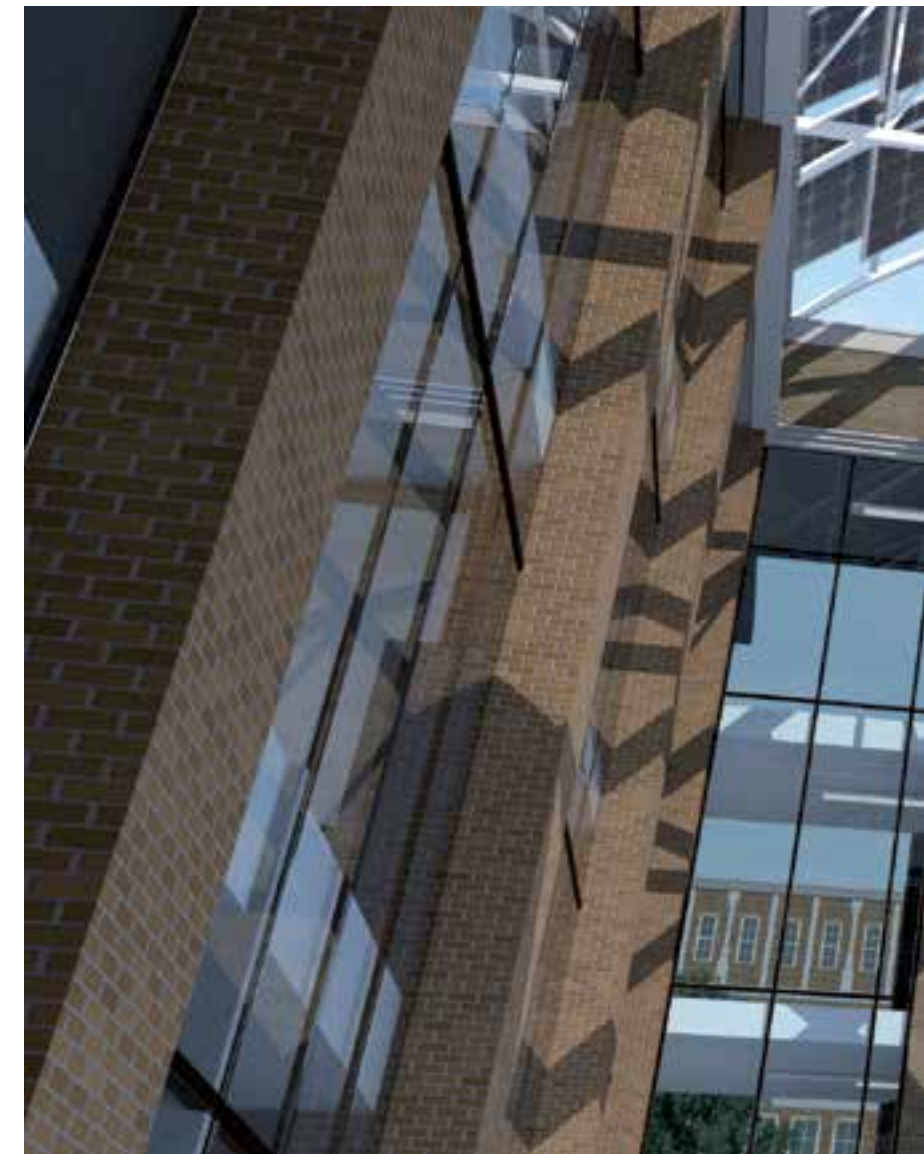
¹⁰ BIM Industry Working Group (2011)

Bedrijfsdimensies van de ROI van BIM



Respondenten die BIM al langer gebruiken, vinden ROI moeilijker te meten. En zeven procent van de meest ervaren bedrijven die een strikte aanpak op ROI hadden toegepast, ontwikkelde zich tot het punt waarop het bedrijf volledig was getransformeerd tot processen op basis van modellen waardoor het meten van BIM niet meer cruciaal was voor besluitvorming.

Een BIM-manager in de bouw lichtte het gebruik van BIM in de ontwikkelingsfase toe: “We hebben jarenlang de ROI voor elk project nauwkeurig berekend omdat we nog steeds in de fase zaten waarin we BIM probeerden te rechtvaardigen. Nadat we meer dan 100 projecten hadden geanalyseerd, realiseerden we ons dat we drie tot vijf keer terugverdienden op het bedrag in dollars dat we in een project stopten. Uiteindelijk waren we op het punt waarop we gewoon beseften dat er een ROI is. Nu hebben we een grondige kennis dat BIM van belang is.”



A 3D architectural rendering of a building's internal structure, showing a complex network of red and blue paths (likely representing data or energy flow) overlaid on a white structural grid. The paths are highlighted in red and blue, with some yellow and green segments. The building has a modern design with a curved glass facade on the left side.

Het effect van proceswijziging kwantificeren

Het effect van proceswijziging kwantificeren

Welke BIM-voordelen behalen bedrijven en ecosystemen?

In gesprekken met ontwerp-, bouw- en klantenteams over de hele wereld terwijl ze streven naar wijziging van samenwerkingsprocessen, heeft Autodesk inzicht gekregen in individuele bedrijfsvoordelen alsook ecosysteemmogelijkheden voor winst. Om ROI toe te passen op beslissingen over technologiegebruik, beoordelen en prioriteren bedrijven mogelijkheden om winst te behalen op basis van een lijst met BIM-doelvoordelen variërend van preconstructie tot activiteiten.

→ Ontwerp en communicatie

- Goed begrepen omvang van projectontwerp
- Hoogwaardigere faciliteiten, minder garantie problemen
- Ontwerpproductiviteit, parametrisch gecoördineerde documenten
- Analyse van energie en duurzaamheid op basis van modellen

→ Controle van omvang

- Duur van hele ontwerpproces optimaliseren
- Minder en beknoptere RFI's, addenda ASI's
- Minder ontwerpwijzigingen
- Minder wijzigingen door eigenaar

→ Preconstructie

- Eenvoudigere, snellere visualisatie voor GC's, onderaannemers, inspecteurs
- Efficiëntie van 3D- en 4D-visualisatielogistiek/-volgorde
- Georganiseerd, efficiënt documentbeheer
- Snellere, accurate prijzen

→ Constructieworkflow

- Grootte en focus van team
- Minder kosten van afdrukken, verpakken, kopiëren, verzenden/ontvangen, distribueren
- Lagere algemene voorwaarden voor GC en onderaannemers
- Kortere projectplanning
- Lagere prijzen, lager verwacht risico door onderaannemers
- Prefabricage en precies-op-tijd levering
- Verbeterde veiligheid, controle, toezicht, bijhouden van team in het veld

→ Activiteiten/onderhoud

- Eerder C of O (Certificate of Occupancy)
- Verbeterd overdrachtsproces
- Digitale faciliteitsinformatie om onderhoudsefficiëntie te ondersteunen

Het effect van proceswijziging kwantificeren

De onderstaande tabellen tonen een voorbeeld van meetwaarden die zijn gekoppeld aan potentiële voordelige doelen die bedrijven kunnen toepassen om voortgang en ROI te beoordelen. Kostenbesparingen of minder inspanningen kunnen worden gebruikt als meetwaarde.

Wanneer er bijvoorbeeld wordt gestreefd naar een projectresultaat van “efficiënt gebruik van resources” dankzij een verbeterde “teamgrootte en -focus” tijdens de bouwfase, stemt het bedrijf er mogelijk mee in om de specialisatie van het BIM-team te verhogen. Om feedback te geven over de effectiviteit van de strategie, kon het bedrijf de tijd bijhouden die per fase werd geïnvesteerd in specifieke taken en de meetwaarden vergelijken met standaarden voor vergelijkbare projecten.

Anderzijds kan een team zich richten op het BIM-voordeel van “minder, eerdere en beknoptere RFI's” onder de categorie Controle van omvang. Een proceswijziging om verantwoordelijkheid en ontwikkelingsniveau voor modellen te definiëren, kan worden gecombineerd met een berekeningsstrategie voor het bijhouden van RFI's en uren die zijn besteed aan het reageren hierop.

Kwalitatieve factoren zoals “begrip van projectontwerp” of “tevredenheid van eigenaar” kunnen worden bijgehouden door een score die wordt geëvalueerd via een vooraf vastgestelde methode, zoals een enquête die aan personeel en managers wordt verstrekt op belangrijke punten in de projectplanning.

“Het sociale aspect, verbeterde leveringsmethoden en de afname in geschillen zijn enorm grote voordelen op de lange termijn. Daarnaast is de mogelijkheid om te innoveren nu groter dan ik ooit heb gezien in 30 jaar in de bouw. We kunnen profiteren van verbazingwekkende voordelen op de lange termijn wanneer we innovatie in ons traditionele proces verweven en het over het geheel verbeteren.”

– Technisch directeur
voor een onderaannemer

Het effect van proceswijziging kwantificeren

→	→	→	→
Ontwerp en communicatie	Opties voor proceswijziging	Gewenste resultaten	Potentiële metingen van winst
Goed begrepen omvang van projectontwerp	3D-model en -gegevens delen onder stakeholders	Ontwerp- en bouwoffertes reflecteren een accurate omvang, en de omvang en geometrie zijn stabiel	BESPARING: Minder wijzigingen in de omvang en minder fouten van onderaannemers
Hoogwaardigere faciliteiten, minder garantieproblemen	Installatievereisten verduidelijken met instructies voor bouwmontage	Ontwerp dat bouwefficiëntie ondersteunt; ontwerpen met minder fouten	BESPARINGEN: Kortere takenlijst en minder terugoproepen Kosten van garantieclaims en andere problemen met faciliteiten beheer BESPAARDE UREN, VERMEDEN KOSTEN: Oplossen van fouten
Ontwerpproductiviteit, parametrisch gecoördineerde documenten	Wijzigingen in één werkblad worden automatisch gereflecteerd in alle documenten, eerdere uitgebreidere coördinatie, consistentie van werkblad tot werkblad	Efficiëntie in generering en coördinatie van ontwerpalternatief	BESPAARDE UREN: Tijd besteed aan ontwerpontwikkeling, documentatie, coördinatie. Minder wijzigingen en aanpassingen
Analyse van energie en duurzaamheid op basis van modellen	Snelle en efficiënte energie, daglicht, wind, comfort, verkeer, LEED-berekeningen en visuals	Voldoen aan vereisten voor energie-efficiënte, duurzaamheid	BESPAARDE UREN: Tijd besteed aan ontwerpen; vergelijkende energiekosten. Energiebesparingen
Controle van omvang			
Duur van hele ontwerpproces	Mogelijkheden om extra ontwerpalternatieven te ontwikkelen	Betere kwaliteit, tevredenheid bij klant en bewoner	BELANG VAN KWALITEIT: Tevredenheidsonderzoeken onder klanten en bewoners; projectherkenning
Minder en beknoptere RFI's, addenda ASI's	Joint-modelstrategie ontwikkelen, verantwoordelijkheid, detailniveau, interop-strategie verduidelijken	Efficiënt gebruik van resources, expertise. Minder vertragingen bij het wachten op informatie	BESPAARDE UREN: Tijd besteed aan het reageren op RFI's; aantal RFI's
Minder ontwerp wijzigingen	Minder RFI-gegenereerde CO's; minder veldproblemen	Een grondiger begrip; vermogen om problemen met uitvoerbaarheid op te lossen	BESPAARDE UREN: Tijd besteed aan opnieuw ontwerpen in het veld. Besparingen: minder aanpassingen
Minder wijzigingen door eigenaar	Betere communicatie met eigenaar/klant om projectomvang en methodiek te verduidelijken	Eigenaar is tevreden met voortgang en programma	BELANG VAN KWALITEIT: Feedback eigenaar/klant

Tabel 1a: BIM-voordelen toegewezen om wijziging, resultaten en metingen te verwerken

Het effect van proceswijziging kwantificeren

.....>	>	>	>
Preconstructie	Opties voor proceswijziging	Gewenste resultaten	Potentiële metingen van winst
Eenvoudigere, snellere visualisatie voor GC's, onderaannemers, inspecteurs	Toegang tot diverse set projectweergaven uitbreiden voor stakeholders	Begrip van projectkenmerken verbeteren	BELANG VAN HULPMIDDELEN: Visualisaties gemaakt, gehanteerd; stakeholderbeoordeling van nut van visualisaties
Efficiëntie van 3D- en 4D-visualisatielogistiek/-volgorde	Testen en verduidelijken van logistiek en volgorde van bouwmethodiek, -veiligheid en -systemen	Begrip van ontwerp en systemen verbeteren; bouwveldefficiëntie	BELANG VAN SCORE: Ontwerp en systemen met begrip van feedback Besparingen: minder aanpassingen
Georganiseerd, efficiënt documentbeheer	Elektronisch vergaderen met digitale aantekeningen, opmerkingen, evaluatie	Efficiënt gebruik van professionele arbeid	BESPAARDE UREN: Tijd besteed aan vastleggen en documenteren van beslissingen, communicatie
Snellere, accurate prijzen	Meetmethoden instellen, telling voor schattingen automatiseren	Meer opties analyseren; accuratesse in schattingen verhogen; resources efficiënt gebruiken	BESPARINGEN: Minder prijsschommelingen en verspilde resources
Constructieworkflow			
Grootte en focus van team	Specialisatie van BIM-team verhogen	Efficiënt gebruik van resources, expertise	BESPAARDE UREN: Tijd besteed aan specifieke taken per fase
Minder kosten van afdrukken, verpakken, kopiëren, verzenden/ontvangen, distribueren	Minder nadruk op papieren documenten	Efficiënte overdracht van documentatie en informatie; hele team op de hoogte van huidige omvang	BESPARINGEN: Kosten van duplicatie en verzenden/ontvangen
Lagere algemene voorwaarden voor GC en onderaannemers	Minder onvoorziene uitgaven door op nauwkeurige wijze in te spelen op de omvang	Efficiënt gebruik van resources, expertise	BESPARINGEN: Variaties in de omvang, vermijden van kosten
Kortere projectplanning	Minder afhankelijk van documentatie van fluctuerende omvang	Minder risico's, minder aanpassingen	BESPARINGEN: Hoeveelheid tijdvariabele financiële kosten
Lagere prijzen, lager verwacht risico door onderaannemers	Proces om testmodel van teamoverlapping en -volgorde te maken	Minder claims en beroep op retentierecht	BESPARINGEN: lagere biedprijzen, minder claims en beroep op retentierecht
Prefabricage en precies-op-tijd levering	Digitale controle van productieketen en materialen	Stiptheid van planning, vroege ingebruikname behaald	BESPARINGEN IN DAGEN: Belangrijke prestatie (+/- dagen)
Verbeterde veiligheid, controle, toezicht, bijhouden van team in het veld	Betere planning, meer toezicht	Voorspelbaarheid, minder risico's	BESPARINGEN: Lay-out- en controlebesparingen, problemen, ongelukken in het veld
Activiteiten/onderhoud			
Eerder C of O (Certificate of Occupancy) leveren	Behoeftte aan het behouden van overbodige locatietoegang elimineren	Stiptheid van planning, vroege ingebruikname behaald	BESPARINGEN: Behoeftte aan tweede faciliteit, overdrachtskosten
Verbeterd overdrachtsproces	Efficiëntere overdracht van informatie aan eigenaar		
Digitale faciliteitsinformatie om onderhoudsefficiëntie te ondersteunen	Efficiëntere gegevensinteroperabiliteit om overdracht tussen eigenaar en faciliteitenbeheer te stroomlijnen	Gegevensoverdracht	UREN: arbeid om faciliteitsgegevensopslag op te bouwen Besparingen: lagere onderhoudskosten

Tabel 1b: BIM-voordelen toegewezen om wijziging, resultaten en metingen te verwerken



Strategische ROI: conclusie en belangrijkste punten

Strategische ROI: conclusie en belangrijkste punten

Dit onderzoek over de ROI van BIM toont aan dat bedrijven die BIM hebben geïmplementeerd vinden dat, ondanks uitdagingen in het maken van nauwkeurige berekeningen, het meten van de winst op hun BIM-investering een belangrijke procedure is die niet alleen van belang is wanneer moet worden beslist of een technologische innovatie wel of niet moet worden gebruikt. 75 procent van de klanten die deelnamen aan het onderzoek zei dat hun bedrijven de invloed van BIM kwantitatief beoordelen. Slechts 21 procent berekent ROI echter letterlijk. De rest meet andere factoren, zoals het vermogen om projecten te voltooien met kleinere teams of kortere planningen.

Er blijft een sterke interesse in het toepassen van ROI om specifieke BIM-voordelen te beoordelen wanneer bedrijven het eerste ontwikkelingsniveau hebben bereikt. Interessant genoeg gaf zeven procent van de bedrijven aan dat ze geen behoefte meer hadden aan het berekenen van de ROI van BIM nadat ze een hoger niveau van BIM-ontwikkeling hadden bereikt. Dit weerspiegelt de observatie dat technologie onzichtbaar wordt wanneer het alomtegenwoordig wordt.

De procedure van het nastreven van voordelen, bijhouden van investeringen en het berekenen van winst helpt bedrijven een verstandige keuze te maken uit een portfolio van technologie/procesinitiatieven en een planning te maken voor strategische bedrijfsveranderingen. Daarnaast zijn bedrijven het ermee eens dat ROI een strategische tool kan zijn voor interne stakeholders om proceswijzigingen te promoten of om de potentiële waarde van een nieuwe methode te demonstreren aan interne teams, managers of werknemergroepen.

Strategische ROI: conclusie en belangrijkste punten

Bedrijven met uitgebreide BIM-ervaring zien dat een genuanceerde en geavanceerde toepassing van ROI een belangrijke factor aan het worden is voor een succesvolle samenwerking met eigenaars van gebouwen, omdat die invloedrijke groep zich steeds meer bewust wordt van BIM, zich de voordelen van BIM-projectlevering realiseert en de mogelijkheden voor proceswijzigingen in bouw activiteiten en onderhoud begrijpt. Serviceproviders begrijpen dat strategische toepassingen van ROI competentie aan klanten kunnen demonstreren, waarde kunnen verhogen via besluitvorming op basis van gegevens en concurrerende differentiatie kunnen bieden.

Bedrijfsleiders kunnen het stappenplan voor proceswijziging vormen door een strategische BIM ROI-procedure te ontwikkelen: metingen uitvoeren, standaarden instellen, informatie opslaan in toegankelijke indelingen voor vergelijkingsdoeleinden en doorlopende evaluaties van belangrijke prestatie-indicators uitvoeren. In tegenstelling tot slechts een mechanisme voor go/no-go beslissingen te zijn, kan een strategische ROI-discipline de prioriteitstelling en interne socialisatie van initiatieven voor proceswijziging en verbeterde bedrijfsprestaties ondersteunen.



Strategische ROI: conclusie en belangrijkste punten

Academisch onderzoek biedt aanbevelingen en frameworks voor bedrijfsleiders om optimalisatiestrategieën te bedenken, van eerste BIM-gebruik tot geavanceerdere ontwikkelingsniveaus.¹¹ Belangrijke strategische factoren voor bedrijven zijn onder andere de competentie van werknemers, een samenwerkingscultuur en de bekwaamheid van teams. Door ROI toe te passen om BIM-initiatieven te beoordelen die zijn gericht op het verbeteren van de prestaties van individuen en teams, kunnen bedrijven prioriteit geven aan investeringen voor organisatorische effectiviteit¹² om blijvende bedrijfsverbeteringen te ondersteunen of modellen te implementeren om BIM-ontwikkeling¹³ te beoordelen en competentieniveaus te verhogen.¹⁴

Door de plaats van een bedrijf binnen de drie dimensies van BIM ROI vast te stellen, ontstaat een set veelbelovende meetwaarden voor een eerste implementatie en een potentieel stappenplan voor toekomstige ontwikkeling.



¹¹ Qian (2012)

¹² Lawler III en Worley (2006)

¹³ National BIM Standard (2012)

¹⁴ Succar (2009)

Strategische ROI: conclusie en belangrijkste punten



Belangrijkste punten

- **Herkennen** dat procedures voor het meten en beoordelen van ROI zeer variëren. Terwijl 21 procent van de ondervraagde bedrijven BIM-besluitvorming op basis van ROI uitvoert, wil 53 procent van de geïnterviewde bedrijven ROI toepassen op BIM, maar vindt dit een uitdaging, en de zeer ervaren zeven procent van de bedrijven is al verder dan ROI.
- **ROI-berekening toepassen** om te helpen bij de beoordeling van het belang van verschillende opties, in het verdedigen van BIM bij interne en externe stakeholders en bij klanten terwijl uw bedrijf het gebruik van BIM uitbreidt naar nieuwe toepassingen.
- **Een framework** van drie dimensies toepassen voor BIM-winst (organisatie, stakeholder en ontwikkeling) terwijl uw bedrijf zijn stappenplan voor BIM-services ontwikkelt.
- **Een intern meetstelsel instellen** voor huidige projecten om het vereiste platform te maken voor de toekomstige evolutie van ROI- en BIM-ontwikkeling.



Bijlage A: Referentieartikelen voor Het belang van BIM meten

- Gallaher , Michael P., Alan C. O'Connor, John L. Dettbarn, Jr. en Linda T. Gilday, "Cost Analysis of Inadequate Interoperability in the U.S. Capital Facilities Industry", augustus 2004
- Love, P. E. D., et al. (2013). "From justification to evaluation: Building information modeling for asset owners." Automation in Construction 35(0): 208-216.
- McGraw-Hill Construction "The Business Value of BIM in North America: Multi-Year Trend Analysis and User Ratings (2007–2012)," <http://bit.ly/ViClzO>.
- McGraw-Hill Construction, "SmartMarket Report: The Business Value of BIM", juli 2009
- Neelamkavil, J. en S. Ahamed, "The Return on Investment from BIM-driven Projects in Construction." IRC-RR-324, National Research Council Canada (2012) <http://nparc.cisti-icist.nrc-cnrc.gc.ca/npsi/ctrl?action=shwart&index=an&req=20374669&lang=en>
- Qian, Ang Yu, "Benefits and ROI of BIM for Multi-disciplinary Project Management", National University of Singapore, maart 2012 <http://www.icoste.org/wp-content/uploads/2011/08/Benefits-and-ROI-of-BIM-for-Multi-Disciplinary-Project-Management.pdf>
- Sen, Salih "The Impact of BIM/VDC on ROI; Developing a Financial Model for Savings and ROI Calculation of Construction Projects." M.Sc. Thesis, Real Estate and Construction Management, KTH Royal Institute of Technology
- Succar, B., Sher, W., & Williams, A. (2012). Measuring BIM performance: Five metrics. Architectural Engineering & Design Management, 8(2), 120-142. doi:10.1080/17452007.2012.659506
- Succar, B. "The Five Components of BIM Performance Measurement" https://www.academia.edu/227815/The_Five_Components_of_BIM_Performance_Measurement

Verwijzingen

- Barlish, K en K Sullivan. "How to measure the benefits of BIM—A case study approach" *Automation in Construction*, Volume 24, juli 2012, pagina 149-159, ISSN 0926-5805, <http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2012.02.008>.
- Berman, K., et al. (2013). *Financial intelligence : a manager's guide to knowing what the numbers really mean*. Boston, Mass., Harvard Business Review Press.
- Best, R. en G. De Valence (1999). *Building in value : pre-design issues*. London, Arnold.
- Best, R. en G. De Valence (2002). *Design and construction : building in value*. Oxford ; Boston, Butterworth-Heinemann.
- Best, R., et al. (2003). *Workplace strategies and facilities management*. Oxford, Butterworth-Heinemann.
- BIM Industry Working Group. (2011). "A Report for the Government Construction Client Group Building Information Modelling (BIM) Working Party Strategy Paper" Cabinet Office. Verkregen via <http://www.bimtaskgroup.org/wp-content/uploads/2012/03/BIS-BIM-strategy-Report.pdf>
- David Bryde, Martí Broquetas, Jürgen Marc Volm. "The project benefits of Building Information Modeling (BIM)" *International Journal of Project Management*, volume 31, uitgave 7, oktober 2013, pagina 971-980, ISSN 0263-7863, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijproman.2012.12.001>.
- Becerik-Gerber, B and S Rice. "The Perceived Value of Building Information Modeling in the US Building Industry" *ITcon* Vol. 15 (2010), pg. 185.
- Fitz-enz, J. (2009). *The ROI of human capital : measuring the economic value of employee performance*. New York, AMACOM.
- Gallaher, Michael P., Alan C. O'Connor, John L. Dettbarn, Jr. en Linda T. Gilday. "Cost Analysis of Inadequate Interoperability in the U.S. Capital Facilities Industry" augustus 2004
- Giel, B en Raja R.A. Issa. "BIM Return on Investment" *Journal of Building Information Modeling*; voorjaar 2011
- Giel, B. en Raja R.A. Issa (2013). "Return on Investment Analysis of Using Building Information Modeling in Construction" *J. Comput. Civ. Eng.*, 27(5), 511–521.
- Giel, B. en R.R.A. Issa en S. Olbina (2010). "Return on investment analysis of building information modeling in construction" W. TIZANI (Ed.), *The International Conference on Computing in Civil and Building Engineering (ICCCBE) 2010*, Nottingham University Press, Nottingham, UK pp. 153–158
- Lawler, E. E. en C. G. Worley (2006). *Built to change : how to achieve sustained organizational effectiveness*. San Francisco, CA, Jossey-Bass.
- Love, P. E. D., et al. (2013). „From justification to evaluation: Building information modeling for asset owners" *Automation in Construction* 35(0): 208-216.
- Manning R, Messner J (2008). "Case studies in BIM implementation for programming of healthcare facilities" *ITcon* Vol. 13, Special Issue Case studies of BIM use , pg. 246-257, <http://www.itcon.org/2008/18>
- McDowell, R. L. en W. L. Simon (2004). *In search of business value : insuring a return on your technology investment*. New York, SelectBooks.
- McGraw-Hill Construction. „The Business Value of BIM in North America: Multi-Year Trend Analysis and User Ratings (2007–2012)" <http://bit.ly/ViClzO>.
- McGraw-Hill Construction. "SmartMarket Report: The Business Value of BIM", juli 2009
- National BIM Standard v 2, U. S. (2012). "About NBIMS-US" verkregen 4 januari 2014 via
- Building Smart Alliance: http://www.nationalbimstandard.org/nbims-us-v2/pdf/NBIMS-US2_c5.2.pdf

Verwijzingen

- Neelamkavil, J. en S. Ahamed. „The Return on Investment from BIM-driven Projects in Construction“ IRC-RR-324, National Research Council Canada (2012)
<http://nparc.cisti-icist.nrc-cnrc.gc.ca/npsi/ctrl?action=shwart&index=an&req=20374669&lang=en>
- Qian, Ang Yu. “Benefits and ROI of BIM for Multi-disciplinary Project Management” National University of Singapore, maart 2012
<http://www.icoste.org/wp-content/uploads/2011/08/Benefits-and-ROI-of-BIM-for-Multi-Disciplinary-Project-Management.pdf>
- Peters, R. A. (1974). ROI; practical theory and innovative applications. New York, AMACOM.
- Phillips, P. P. en J. J. Phillips (2008). ROI fundamentals : why and when to measure ROI. San Francisco, Pfeiffer.
- Salman Azhar, Michael Hein en Blake Sketo. “Building Information Modeling (BIM): Benefits, Risks and Challenges”, McWhorter School of Building Science, Auburn University, Alabama
- Sen, Salih. “The Impact of BIM/VDC on ROI; Developing a Financial Model for Savings and ROI Calculation of Construction Projects.” M.Sc. Thesis, Real Estate and Construction Management, KTH Royal Institute of Technology
- Shen Z, Issa R R A (2010). Quantitative evaluation of the BIM-assisted construction detailed cost estimates, ITcon Vol. 15, pg. 234-257, <http://www.itcon.org/2010/18>
- Succar, B., Sher, W. en Williams, A (2012). “Measuring BIM performance: Five metrics”. Architectural Engineering & Design Management, 8(2), 120-142.
doi:10.1080/17452007.2012.659506
- Succar, B. “The Five Components of BIM Performance Measurement” https://www.academia.edu/227815/The_Five_Components_of_BIM_Performance_Measurement
- Underwood, J. en U. Isikdag (2010). Handbook of research on building information modeling and construction informatics: concepts and technologies. Hershey, PA

Auteur: Erin Rae Hoffer

Erin Rae Hoffer is Senior Industry Programs Manager en richt zich op de bouwindustrie. Erin is een architect met 25 jaar technologische en praktijkervaring, en ze geeft presentaties en schrijft over strategische veranderingen in de industrie via technologie. Erin is lid van de National Committee on Codes and Standards van de AIA (American Institute of Architects) en medevoorzitter van de Building Systems Committee van de Boston Society of Architects. Ze is bovendien voorzitter van de Energy Cluster of the Mass Tech Leadership Council.

Voordat ze in 2006 bij Autodesk in dienst trad, gaf Erin leiding aan higher-end technologische groepen voor Harvard, MIT (Massachusetts Institute of Technology) en andere instituten. Ze was een hightech productmanager voor verschillende beginnende softwarebedrijven.

Ze is een LEED Accredited Professional en lid van de AIA en CSI. Erin heeft een Master in Architecture van UCLA, een MBA van de MIT Sloan School of Management en ze is een geregistreerd architect. Ze houdt zich nu bezig met een Ph.D. aan de Northeastern University.

Autodesk, het Autodesk-logo, AutoCAD en Revit zijn gedeponeerde handelsmerken of handelsmerken van Autodesk, Inc. en/of haar dochterondernemingen en/of gelieerde bedrijven in de Verenigde Staten en/of andere landen. Alle andere merknamen, productnamen en handelsmerken zijn eigendom van hun respectieve eigenaars. Autodesk behoudt zich het recht voor om product- en serviceaanbiedingen en specificaties en prijzen op elk tijdstip en zonder kennisgeving aan te passen en is niet verantwoordelijk voor eventuele typografische of grafische fouten in dit document. © 2014 Autodesk, Inc. Alle rechten voorbehouden.