



Network for Using BIM to Increase the Energy Performance

Multimedia handboek

Eigenaren, huurders en beheerders



Inhoud

0.	Introductiemodule BIM	3
0.1	Introductie: Wat is BIM?	3
0.2	BIM begrippen.....	4
0.3	Voordelen en waarde van het gebruik van BIM voor verschillende doeleinden	10
0.4	Open BIM tools en standaard format	13
0.5	De CDE (Common Data Environment).....	15
Module 1 – Adoptie van BIM		17
1.1	Rendement op de investering (ROI)	17
1.1.1	Organisatiedimensie van BIM ROI	18
1.1.2	Stakeholder-dimensie van BIM ROI	19
1.1.3	Volwassenheids(Maturity)-dimensie van BIM ROI	20
1.2	Strategieën voor een BIM-diffusie.....	21
2.	Module 2 – Toepassen van informatie management.....	26
2.1	Principe van data management in the CDE (Common Data Environment).....	26
2.2	Het "as built" BIM-model voor het verbeteren van de energieprestaties van gebouwen.	29
Module 3 – Contracteren en de toepassing gebruik van BIM.		32
3.1	Juridische aspecten en het BIM protocol.....	32
	Vooraf vastleggen van afspraken middels een BIM protocol	33
3.2	Duurzaam inkopen gebouwen	34
3.2 / 3.3	BIM Training	36
3.4	Samenwerken ondersteunt door BIM	37
4.	Module 4 – Gebruik van BIM technologie	40
4.1	Duurzame bouwsector.....	40
4.2	4D en 5D BIM-technologieën.....	42
4.2.1	4D fase planning	42
4.2.2	5D Kostenraming	43
5.	Module 5 –Analyseer het BIM model	45
5.1	BIM voor kwaliteitsmanagement.....	Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

5.2 Simulatietechnieken en analyse van energie en licht(verlichting)	45
5.3 Technisch toezicht bij bouwwerken	Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.
5.4 BIM voor overdracht en onderhoud	Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

0. Introductiemodule BIM

0.1 Introductie: Wat is BIM?

De term Bouwwerk Informatie Model wat zowel technologieën en processen omvat, verandert continu, zelfs voordat ze op grote schaal worden overgenomen door de industrie. De term 'BIM' is reeds ingeburgerd, maar de betekenis voor een reeks technologieën / processen verandert momenteel vaak. Dit is op verschillende manieren verontrustend.

Deze zorgen worden echter gecompenseerd door het potentieel van BIM (als een geïntegreerd proces) om als een katalysator te dienen voor veranderingen die de versnippering van de industrie tegengaan. Daarnaast wordt de efficiëntie / doeltreffendheid verbeterd en de hoge kosten van ontoereikende uitwisselbaarheid verlaagd.

Voor belanghebbenden in de industrie (zoals ontwerpers, ingenieurs, klanten, bouwbedrijven, facility managers, overheden) is 'BIM' een relatief nieuwe term. BIM's bekendheid, als een nieuw concept, wordt gevoed door de toenemende beschikbaarheid van steeds krachtigere computers en netwerken, volwassen wordende applicaties, toenemende mate van uitwisselbaarheid.

BIM, hoe de term te lezen:

- Gebouw: een structuur, een besloten ruimte, een gebouwde omgeving
- Informatie: een georganiseerde set gegevens: zinvol, uitvoerbaar
- Modelleren: vormgeven, vormen, presenteren, scoping.

Om deze, zeer onvolledige, reeks betekenissen beter te begrijpen, draaien we de volgorde van de woorden om:

Modelling Information

shaping
forming
presenting,
scoping

an organised
set of data:
meaningful,
actionable

to virtually construct a
to extend the analysis of a
to explore the possibilities of
to study what-if scenarios for a
to detect possible collisions within a
to calculate construction costs of
to analyse constructability of a
to plan the deconstruction of a
to manage and maintain a

Building

a structure, an
enclosed space,
a constructed
environment
(Succar, 2008)

De term 'BIM' stamt uit de jaren '80, maar heeft de laatste jaren meer betekenis gekregen.

0.2 BIM begrippen

2E-index: een objectieve index die tijd, kosten en een geschikte evaluatie omvat die is verkregen door middel van een simulatie van een virtuele prototype waarmee de Eco-efficiëntie kan worden bepaald.

3D-model: Een datamodel met bouwkundige, installatietechnische en terreintechnische elementen voorzien van een lengte, breedte en hoogte.

3D-scannen: verzamelen van gegevens van een fysiek object, gebouw of elke plaats door middel van een laserscan - meestal met puntenwolken - om vervolgens een BIM-model te genereren.

4.0 Constructie: transformatie en ontwikkeling van de bouwsector ondersteund door opkomende technologieën die gevestigde bedrijfsmodellen aanpassen aan de mensen, op basis van uitwisseling van menselijke middelen en materialen, virtualisatie van het proces, decentralisatie van besluitvorming, realtime informatie-uitwisseling en gericht op de klant.

4D-model: Een dynamisch 3D-model waarmee een bouwplanning visueel inzichtelijk kan worden gemaakt [30].

5D-model: Een 4D-model waarmee bouwkosten gedurende het hele bouwproces visueel inzichtelijk kunnen worden gemaakt.

6D-model: Een datamodel waarbij informatie met betrekking life cycle management is opgenomen

AEC (Architecture, Engineering and Construction): acroniem doorverwijsprofessionals en ondernemingen gerelateerd aan de architectuur-, bouw- en technische industrie.

AECO (architectuur, engineering, bouw en exploitatie): een uitbreiding van het AEC-afkorting met professionals en ondernemingen die verband houden met de exploitatie en het onderhoud van gebouwen.

Agile movement: Agile movement is een incrementele, iteratieve projectmanagementaanpak waarbij vereisten en oplossingen in de loop van de tijd evolueren volgens de behoefte aan het project. Het werk wordt gerealiseerd door middel van zelfgeorganiseerd en multidisciplinair team in een proces met een korte termijn visie.

AIA (American Institute of Architects): Association of Architects of the United States. De AIA heeft een BIM-protocol ontwikkeld wat vaak meegenomen wordt in contracten.

AIM (Asset Information Model): informatiemodel (documentatie, grafisch model en niet-grafische gegevens) dat het onderhoud, het beheer en de werking van een asset gedurende zijn levenscyclus ondersteunt. Het model wordt gebruikt als een opslagplaats voor alle informatie over het asset, als een middel om toegang te krijgen tot, en verbinding te maken met andere systemen en als een middel om informatie van alle stakeholders gedurende de verschillende projectfasen te centraliseren.

As-Built, model: een model dat alle veranderingen van een bouwwerk in het bouwproces op een zodanige manier verzamelt dat het mogelijk is om een accuraat BIM-model te verkrijgen die de werkelijke situatie weergeeft.

Augmented reality: Technologie waarmee, visueel, tastbare fysieke elementen worden gecombineerd met virtuele elementen, waardoor in realtime een gemengde realiteit wordt gecreëerd.

BCF (BIM Collaboration Format): BCF is een open bestandsindeling waarmee opmerkingen, screenshots en andere informatie in het IFC-bestand van een BIM-model kunnen worden ingediend om de communicatie en coördinatie van de verschillende onderdelen te versoepelen.

Benchmarking: een proces om informatie te verkrijgen die een organisatie helpt haar processen te verbeteren.

BEP (BIM Execution Plan) of BPEP (BIM Project Execution Plan): een document dat de details van de implementatie van de BIM-methodologie definieert in alle projectfasen. Dit gebeurt door het definiëren van :

- Implementatie-prestaties,
- BIM-processen en -taken,
- Informatie-uitwisseling,
- Noodzakelijke infrastructuur,
- Rollen verantwoordelijkheden en
- Modeltoepassingen.

Big Data: een concept dat verwijst naar de opslag van grote hoeveelheden databases en naar gebruikte procedures om verbanden in deze gegevens te vinden.

BIM: Er zijn veel definities in omloop met betrekking tot BIM. Deze publicatie richt zich vooral op de procesmatige kant van een BIM. Een BIM is hierbij het middel rondom het creëren, beheren en delen van (digitale) informatie in de levenscyclus van een bouwwerk.

BIM-toepassingen: BIM-applicatiemethode tijdens een actieve levenscyclus om specifieke doelen te bereiken.

BIM, Big: uitwisseling van BIM-pad tussen bedrijven in de bouwlevenscyclus.

BIM-implementatieplan: strategisch plan om BIM in een onderneming of organisatie te implementeren.

BIM, Little: BIM-processen en methodologie geïmplementeerd in organisaties.

BIM, Lonely: het gebruik van BIM-tools in een project door belanghebbenden zonder interoperabiliteit of informatie-uitwisseling tussen BIM gebruikers.

BIM Maturity Level: een indicator die het kennisniveau en de BIM-werkwijzen van een organisatie of teamproject evalueert.

BIM-modellering: realisatie van een virtueel drie-dimensionaal model van een bouwwerk waarbij informatie buiten de geometrie van het model wordt toegevoegd om het gebruik in de verschillende fasen van de levenscyclus van het project en het bouwwerk te vergemakkelijken.

BIM-model: virtueel driedimensionaal model van een gebouw of faciliteit, waarbij informatie buiten de geometrie van het model wordt toegevoegd om het gebruik in de verschillende levensfasen van een project en gebouw of faciliteit vlot te laten verlopen.

BIM, Open: het bevorderen van ontwerpsamenwerking, implementatie en onderhoud van gebouwen gebaseerd op open standaarden en open workflows.

BREEAM-certificering: een evaluatiemethode en certificering van de duurzaamheid van het gebouw waarmee het Building Research Establishment (BRE) wordt beheerd, een organisatie die zich toelegt op onderzoek in de bouwsector in de wereld.

Building Smart Alliance: Internationale non-profitorganisatie die zich richt op het verbeteren van de gezondheidsefficiëntie in de bouwsector door middel van interoperabiliteit, open standaarden over BIM en bedrijfsmodellen gericht op samenwerking om verspilling, kostenreductie en verkorte doorlooptijden te bereiken.

CAMM (Computer-Aided Maintenance Management): computersysteem dat onderhoudsactiviteiten van een gebouw beheert.

CDE (Common Data Environment): digitale centrale repository waar alle informatie met betrekking tot een project wordt gehost.

Clash-detectie: Het detecteren en oplossen van samenvallende bouw- en of installatiedelen.

COBie (Construction Operations Building Information Exchange): internationale standaard voor informatie Uitwisseling van constructiegegevens vanuit een BIM-methodiek.

Concurrent engineering: een systematische inspanning om een geïntegreerd productontwerp en het bijbehorende productie- en serviceproces te maken.

Digital twin: een visuele weergave van de werkelijke bouwconstructie

Eco-efficiëntie is het streven om hetzelfde product tegelijk goedkoper en milieuvriendelijker te maken.

EIR (Werkgeversinformatie-eisen): een document waarvan de inhoud de eisen van de klant in elke fase van het constructieve project definieert in termen van modellering. Het zal een basis vormen voor de productie van het BEP.

Familie: een reeks objecten die tot dezelfde categorie behoren

Federatief model: een geïntegreerd BIM-model waarbij verschillende modellen aan elkaar gelinkt zijn.

FM (Facility Management): Is het integraal managen - dat is besturen, plannen en bewaken - van de beheertaken ten behoeve van de facilitaire voorzieningen die een organisatie of onderneming ter beschikking staan ter ondersteuning van het primair bedrijfsproces. Toelichting: het betreft de optimale afstemming van de verschillende taken voor het

beheer van deze faciliteiten onder de verantwoording van de facility manager. Dit in tegenstelling tot de traditionele spreiding van deze beheertaken.

GbXML: een indeling die wordt gebruikt om een soepele overdracht van BIM-modeleigenschappen naar toepassingen voor energieberekening mogelijk te maken.

GIS (Geographical Information System): informatiesysteem dat geografisch gerefereerde informatie kan integreren, opslaan, bewerken, analyseren, delen en tonen.

Global Unique Identifier: uniek nummer dat een bepaald object identificeert in een softwaretoepassing. In een BIM-model heeft elk object zijn GUID.

Green Building Council: een vereniging zonder winstoogmerk die vertegenwoordigers van de hele bouwsector samenbrengt om de transformatie van de sector naar duurzaamheid aan te moedigen. Dit gebeurt door initiatieven te promoten die methodologieën en actuele en internationaal compatibele instrumenten bieden die het mogelijk maken om op een objectieve manier de duurzaamheid van een gebouw te bepalen.

Information Delivery Manual (IDM): Een uitwisselingsstandaard met procesgerelateerde informatie.

Industry Foundation Classes (IFC): Een uitwisselingsstandaard met objectgerelateerde informatie.

Informatiemanagement: Informatiemanagement is een proces dat er voor zorgt dat de informatiebehoeften die vanuit verschillende werk- en bedrijfsprocessen van een organisatie ontstaan worden vertaald in informatievoorziening.

IFD Library: Een uitwisselingsstandaard met productgerelateerde informatie.

Integrated Project Delivery: Het Integrated Project Delivery is een werkwijze om projectresultaten te optimaliseren, meerwaarde te generen voor de opdrachtgever, verspillingen te reduceren en efficiëntie te maximaliseren in elke fase van het bouwproces.

Geïntegreerd model: een BIM-model dat verschillende disciplinemodellen met elkaar verbindt en een federatief model genereert met een unieke database met individuele modeldata.

Internet of Things: een concept dat verwijst naar digitale connectie van alledaagse voorwerpen met internet.

Interoperabiliteit: het vermogen van verschillende systemen (en organisaties) om op een vloeiende manier samen te werken zonder gegevens- of informatieverlies. Interoperabiliteit kan verwijzen naar systemen, processen, bestandsformaten, etc.

IWMS (Integrated workplace management system): geïntegreerd systeem voor werkplekbeheer dat werkt via een platform voor bedrijfsbeheer dat het plannen, ontwerpen, beheren, exploiteren en verwijderen van bedrijfsmiddelen in de ruimten van een organisatie mogelijk maakt. Hiermee kan het gebruik van bronnen, inclusief het beheer van assets, faciliteiten en installaties, worden geoptimaliseerd.

Key Performance Indicator): prestatie-indicatoren die organisaties helpen te begrijpen hoe werk wordt gerealiseerd in relatie tot de doelen en doelstellingen.

Last Planner LPS (Last Planner System) is een systeem voor planning, monitoring en controle dat de lean-bouwprincipes volgt. De methode haalt onzekerheden in de planning weg. Daarnaast worden middellange en korte termijnplanningen opgesteld die passen in de overall planning van een project.

LEAN-systematiek: Systematiek om te komen tot bouw- en ontwerpactiviteiten binnen een organisatie die rechtstreeks bijdragen aan datgene wat de klant als toegevoegde waarde ervaart; al het overige is verspilling.

LEED (Leadership in Energy & Environmental Design): certificatiesysteem voor duurzame gebouwen, ontwikkeld door de Green Building Council van de Verenigde Staten, een agentschap met hoofdstukken in verschillende landen.

Levenscyclus: een concept dat verwijst naar het uiterlijk, de ontwikkeling en de voltooiing van de functionaliteit van een gebouw.

Level of Detail/Development (LoD): De noodzakelijke hoeveelheid informatie ten behoeve van uitwisseling met andere bouwpartners. Level of Detail geeft hierbij meer het detailniveau weer, terwijl Level of Development meer de voortgang van een BIM weergeeft.

MEP (Mechanisch, elektrisch en sanitair): gebouwinstallaties in een model.

MET (Model Element Table): document gebruikt om de verantwoordelijke sectie te identificeren die BIM-modellen beheert en genereert alsmede het ontwikkelingsniveau. MET, bevat normaal gesproken een lijst met modelcomponenten in de verticale as en de projectmijlpalen (of de fasen van de projectlevenscyclus) in de horizontale as.

Model / prototype: elk van de specifieke objecten die deel kunnen uitmaken van een BIM-model.

MVD (Model View Definition): Een Model View Definition is een op een specifieke gebruiker gerichte weergave van het bouwwerk met alleen die informatie die voor deze specifieke gebruiker noodzakelijk is

Native format: oorspronkelijke indeling van een bepaalde computertoepassing die normaal gesproken niet bruikbaar is als een directe manier om informatie uit te wisselen met verschillende toepassingen.

Objectcategorie: objecten in een BIM-model sorteren en groeperen op basis van de constructieve typologie of het doel ervan.

Open BIM: uitwisseling van BIM-gegevens met behulp van open formaten.

Parametrisch model: een term met betrekking tot 3D-modellen waarbij objecten / elementen kunnen worden gemanipuleerd met behulp van parameters, regels of kaders.

PAS 1192 (openbaar beschikbare specificaties): Specificatie gepubliceerd door de CIC (Construction Industry Council), waarvan de belangrijkste functie het kader is dat de BIM-doelstellingen in het Verenigd Koninkrijk ondersteunt. Het specificeert de vereisten om te voldoen aan de BIM-normen en het legt de basis voor samenwerking in BIM-projecten, inclusief rapportaformats en gegevensuitwisselingsprocessen.

Passivhaus: energie-efficiënte bouwnormen met een hoog betaalbaar comfortniveau.

PIM (Product Information Management): gegevensbeheer gebruikt om informatie met betrekking tot producten te centraliseren, organiseren, classificeren, synchroniseren en verrijken volgens bedrijfsregels, marketingstrategieën en sales. Het centraliseert informatie met betrekking tot producten om meerdere verkoopkanalen nauwkeurig en systematisch te voeden met de meest actuele informatie.

PMI (Project Management Institute): wereldwijde organisatie waarvan het hoofddoel is om normen voor projectbeheer vast te stellen, educatieve programma's te organiseren en het wereldwijde certificeringsproces van professionals te beheren.

Point clouds: Een methode om achteraf in bestaande gebouwen de ruimtelijke situatie vast te leggen met behulp van een laserinstrument die een gebouw van binnen of van buiten kan aftasten en meten.

QA, Quality Assurance: een reeks maatregelen en acties toegepast op een proces om de betrouwbaarheid en resultaten te verifiëren.

QC, Quality Control: activiteiten die worden toegepast om te voldoen aan de kwaliteitsvereisten.

Referentiecategorie: Categorie die betrekking heeft op objecten die geen echt onderdeel van het gebouw zijn maar die dienen om deze te definiëren, zoals hoogten, niveaus, assen of gebieden.

Reverse Engineering: Op basis van een bestaande fysieke situatie informatie verkrijgen t.b.v. het programma van eisen, ontwerp, realisatie en onderhoud en beheer.

RFI (Request for Information): het proces waarbij iemand communiceert met een ander om te verduidelijken wat in een model is gespecificeerd.

ROI (Return on investment): financiële ratio die de winst of de behaalde winst vergelijkt met de gedane investering. Met betrekking tot BIM wordt het gebruikt om de financiële voordelen van de implementatie van de BIM-methodologie in een organisatie te analyseren.

SaaS (Software as a Service): licentiemodel en softwarelevering waarbij een softwaretool niet op de computer van elke gebruiker is geïnstalleerd, maar centraal is ondergebracht (in de cloud) en wordt geleverd aan gebruikers via een abonnement.

Scrum: referentiekader dat een aantal praktijken en rollen definieert, wat wordt aanvaard als een startpunt om een ontwikkelingsproces te definiëren dat tijdens een project zal worden uitgevoerd. Het wordt gekenmerkt door middel van incrementele ontwikkeling, in plaats van de planning en volledige uitvoering van het product.

Smart City: technologische visie / oplossing in een stedelijke omgeving om meerdere informatie- en communicatiesystemen met elkaar te verbinden om gebouwde activa in een stad te beheren. Een Smart City-visie / oplossing is afhankelijk van gegevensverzameling via bewegingssensoren en monitorsystemen en is gericht op het verbeteren van de levenskwaliteit van bewoners door de integratie van verschillende soorten diensten en middelen.

Social BIM: term die wordt gebruikt om organisatiemethoden, projectteams of de hele markt te beschrijven, waar multidisciplinaire BIM-modellen worden gegenereerd of waarbij BIM-modellen op een collaboratieve manier worden uitgewisseld.

Soft skills: een verzamelnaam voor persoonlijke kwaliteiten, sociale vaardigheden, communicatieve vaardigheden, consensusvaardigheden, persoonlijke gewoonten en vriendschap die de relaties met anderen kleur geven.

Total cost of ownership: Total cost of ownership is een financiële raming van de directe en indirecte kosten van een product of systeem toegepast op de beoogde levensduur van het product of systeem. Hierbij zijn ook de sloopkosten inbegrepen.

Value Stream Mapping: Een hulpmiddel voor het in kaart brengen van procesverbeteringen in de huidige werkwijze.

VBE (Virtual Building Environment): Een digitale weergave van de fysieke wereld.

VDC (Virtual Design and Construction): Multidisciplinaire geïntegreerde beheersmodellen voor de uitvoering van bouwprojecten, inclusief: het BIM-model, werkprocessen en de organisatie van het ontwerp-, bouw- en uitvoeringsteam met als doel om de projectdoelstellingen te realiseren.

WBS (Work Breakdown Structure): hiërarchische structuur waarbij uit te voeren werkzaamheden zijn opgesplitst om de doelstellingen van een project te bereiken en om de vereiste deliverables te creëren.

0.3 Voordelen en waarde van het gebruik van BIM voor verschillende doeleinden

De overstap van 2D-tekeningen naar 3D-modellen is goed op weg en wint aan kracht in de bouw- en installatiesector, dankzij meer gestroomlijnde workflows.

De op modellen gebaseerde aanpak verhoogt de efficiëntie binnen individuele organisaties en komt echt tot zijn waarde in bouwprojecten.

Het Bouwwerk Informatie Model (BIM) biedt het voordeel van tijd- en budgetbesparingen voor bouw- en infrastructuurprojecten.

Dit zijn de top 11 voordelen van BIM:

1. Capture Reality: Eenvoudig toegankelijke projectinformatie is enorm toegenomen door betere mapping tools. Vandaag de dag start een project met luchtfoto's en laser scans van de bestaande infrastructuur. Hierdoor worden projectvoorbereidingen beter gestroomlijnd. Met BIM kunnen ontwerpers gezamenlijk deze informatie raadplegen en verwerken in een model. Met papier is dit niet meer mogelijk.

2. Herbruikbaarheid informatie: met een gedeeld model is er minder behoefte aan het opnieuw uitwerken van tekeningen voor de verschillende bouwdisciplines. Het model bevat meer informatie dan een conventionele tekening. Daarnaast kan elke discipline zijn data aan het project koppelen. BIM-hulpmiddelen hebben het voordeel dat ze sneller zijn dan 2D-tekentools en dat elk object/onderdeel is verbonden met een database. De database ondersteunt stappen zoals het aantal en de grootte van vensters voor het bepalen van hoeveelheden. Daarbij wordt de data automatisch bijgewerkt naarmate het model zich verder ontwikkelt. Alleen al de snelle, geautomatiseerde bepaling van de hoeveelheid componenten is een belangrijke besparing op arbeid en geld.

3. Beheer: de op het digitale model gebaseerde workflow omvat hulpmiddelen zoals automatisch projectmanagement aspecten. Ook versiebeheer is met BIM een stuk eenvoudiger.

4. Samenwerking verbeteren: veel van de functionaliteit voor projectbeheer wordt nu in de cloud afgeleverd. Hier zijn er hulpmiddelen voor verschillende disciplines om hun complexe projectmodellen te delen en de integratie met collega's te bevorderen. Verschillende (review)stappen zorgen ervoor dat iedereen input heeft gehad over de voortgang van het ontwerp.

5. Simuleren en visualiseren: een ander voordeel van BIM is het toenemende aantal simulatiehulpmiddelen waarmee ontwerpers elementen als het zonlicht gedurende het jaar kan visualiseren of de berekening van de energieprestaties van gebouwen kan kwantificeren.

Desalniettemin heeft de haast om elk proces en elk deliverable te standaardiseren blijkbaar voorrang gehad op de inspanningen om het samenwerkingsproces te vereenvoudigen en de projectcomplexiteit te minimaliseren. Modelgebruik biedt een gestructureerde taal voor het vertalen van projectdoelen in projectresultaten, en verschaffen zo duidelijkheid voor de inkoop van diensten en de verbetering van prestaties.



De belangrijkste drijfveren voor het genereren - en openbaar delen - van een veelomvattende gebruikslijst voor modellen zijn om bij te dragen aan het verminderen van de projectcomplexiteit door:

- Identificeer projectleveringen: nadat projectdoelen zijn vastgesteld, biedt het gebruik van het model een gestructureerde taal voor het invullen van Requests For Proposals (RFP), Pre-Qualification Questionnaire (PQQ), informatiebehoefte van werkgevers (EIR's) en vergelijkbare documenten;
- Definieren van leerdoelen: met het gebruik van modellen kan de verzameling van gespecialiseerde competenties worden verworven door individuen, organisaties en teams;
- Beoordeling van mogelijkheden / volwassenheid: Het gebruik van het model fungeert als prestatiedoelstellingen die kunnen worden gebruikt voor het meten of vooraf kwalificeren van de capaciteiten van projectbetrokkenen;
- Toewijzing van verantwoordelijkheden: met het gebruik van het model kunnen de mogelijkheden van het projectteam en het werkteam worden gekoppeld aan verantwoordelijkheden;
- De semantische kloven overbruggen tussen projectgebaseerde industrieën: het gebruik van het model vertegenwoordigt de deliverables van meerdere informatiesystemen - BIM, GIS (Geographical Information System), PLM (Product Lifecycle Management) en ERP (Enterprise Resources Planning) - en helpt de semantische kloof tussen onderling afhankelijke industrieën (bijv. Geospatial, Construction en Manufacturing).

Volgens buildingSMART definieert een "IFC View Definition, of Model View Definition, MVD, een subset van het IFC-schema, die nodig is om te voldoen aan een of meerdere uitwisselingsvereisten van de AEC-industrie." Volgens de NBIMS is het "doel van de Information Delivery Manual (IDM) (buildingSMART Processes) en MVD (Model View

Definition) om exact aan te geven welke informatie in elk uitwisselingsscenario moet worden uitgewisseld en hoe deze in verband moet worden gebracht met de IFC model. "Tot op heden zijn slechts enkele Model Views gedefinieerd via officiële MVD's en zelfs minder MVD's zijn geïmplementeerd door BIM Software Tools. Ongeacht het aantal MVD's dat momenteel beschikbaar is, zal het in de toekomst worden gedefinieerd of zal het worden uitgevoerd door bereidwillige softwareontwikkelaars, er is een voorafgaande en afzonderlijke behoefte aan een uitgebreide lijst van modelgebruiken. Dit is zo omdat:

- Enerzijds zijn Model View Definitions duidelijk bedoeld om computer-naar-computer uitwisselingen te standaardiseren op basis van gebruikelijke use-cases;
- Aan de andere kant is het gebruik van modellen bedoeld om mens-op-mens interacties en mens-tot-computer interacties (HCI) te vereenvoudigen. Het belangrijkste doel en de voordelen van Model Uses zijn niet om softwaretools te verbeteren, maar om de communicatie tussen projectbelanghebbenden te vergemakkelijken en de vereisten van de Cliënt / Werkgever te koppelen aan projectresultaten en teamcompetenties.

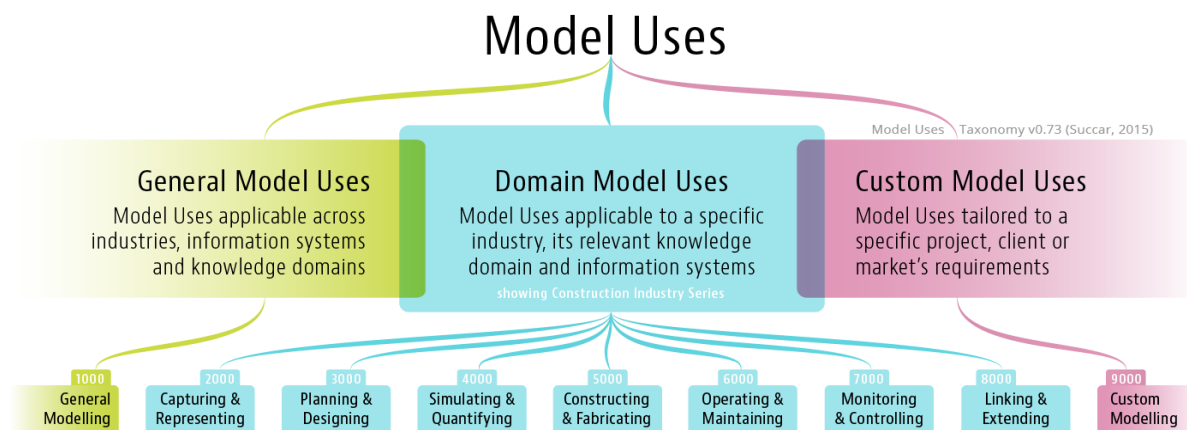
Het is mogelijk om tientallen of zelfs honderden Model Uses (MU) s te definiëren om gemodelleerde of model-geschiede informatie weer te geven. Het is echter belangrijk om het minimale werkbaar aantal te definiëren dat twee ogenschijnlijk tegenstrijdige doelstellingen mogelijk maakt.

Met betrekking tot de nauwkeurigheid van representatie, als het aantal Modelgebruiken te klein is, dan zouden hun definities breed, minder nauwkeurig en in subtoepassingen kunnen worden onderverdeeld. Als het aantal modelgebruiken echter te groot is, zijn hun definities beperkt, hebben overlappende activiteiten / verantwoordelijkheden en veroorzaken dus verwarring. Wat we nodig hebben, is een uitsplitsing van Modelgebruik die 'precies goed' is voor effectieve communicatie en toepassing.

Met betrekking tot de flexibiliteit van het gebruik en om de toepassing van Modelgebruik in verschillende contexten mogelijk te maken, moeten de definities van Modelgebruik onnodige kwalificaties uitsluiten die variëren van gebruiker tot gebruiker en van de ene markt tot de andere. Hiertoe worden Modelgebruiken onafhankelijk gedefinieerd van hun activiteiten voor gebruikers, industrie, markt, fase, prioriteit en inherente activiteiten:

- Modelgebruik wordt onafhankelijk van projectlifecycle-fasen gedefinieerd en kan dus, afhankelijk van de BIM-mogelijkheden van belanghebbenden, van toepassing zijn op alle / alle fasen van een project;
- Modelgebruik wordt onafhankelijk gedefinieerd van hoe ze worden toegepast: dit maakt mogelijk:
 - o consistent gebruik bij projectaankopen,
 - o ontwikkeling van vaardigheden,
 - o implementatie van organisaties,
 - o projectbeoordeling en
 - o persoonlijk leren;
- Modelgebruik wordt gedefinieerd zonder een ingebouwde prioriteit: hierdoor kan de prioriteit van elke MU worden vastgesteld door belanghebbenden bij elk project; en
- Model Gebruik wordt niet vooraf toegewezen aan disciplinaire rollen: hiermee kan de verantwoordelijkheid voor Model Uses worden toegewezen op basis van de ervaring en mogelijkheden van projectdeelnemers.

Door de twee doelstellingen te combineren - nauwkeurigheid en flexibiliteit - is de onderstaande Model Uses lijst ontwikkeld.



0.4 Open BIM tools en standaard format

Een van de basisaannames van Building Information Modeling is de eenvoudige uitwisseling van gegevens tussen de verschillende betrokkenen op verschillende niveaus in het project (principe van interoperabiliteit). Een "open BIM-strategie" ondersteunt een transparante, open workflow, waardoor projectleden kunnen deelnemen, ongeacht de softwaretools die ze gebruiken. Daarnaast zorgt een "open BIM-strategie" ervoor dat er een gemeenschappelijke taal gecreëerd wordt, waardoor de industrie en de overheid projecten kunnen verwerven met transparante commerciële betrokkenheid.

Open BIM biedt blijvende projectgegevens voor gebruik gedurende de levenscyclus van het asset, waarbij repeterende invoer van gegevens en daaruit voortvloeiende fouten worden vermeden. Kleine en grote (platform) softwareleveranciers kunnen deelnemen en concurreren op systeemafhankelijke 'best of breed'-oplossingen. Open BIM activeert de online productaanbodzijde met nauwkeuriger zoekopdrachten van gebruikersvragen en levert de productgegevens rechtstreeks in BIM. De gespecialiseerde software die is ontwikkeld voor het beheren en verwerken van gegevens binnen specifieke sectoren ontbrak het aan de mogelijkheid om correct de modellen te integreren; Open BIM vereist een maximale toegankelijkheid van dergelijke project- en procesinformatie voor alle betrokkenen.

De oplossing voor het garanderen van toegang tot gegevens voor alle operatoren wordt IFC genoemd. Acroniem van "Industry Foundation Classes", IFC is de open internationale standaard die is ontwikkeld door buildingSMART en wordt gebruikt door de meest populaire ontwerpsoftware. Aan de ene kant laat het IFC-formaat de ontwerper toe om verder te werken met bekende tools; aan de andere kant staat het format het gebruik en hergebruik van alle gegevens in het project toe. Dit gebeurt door te relateren aan softwareplatforms die worden gebruikt door andere belanghebbenden die zich bezighouden met andere aspecten (structuur, management, constructie, enz.) van het project.

Standaardiseringsactiviteiten die voortkomen uit de noodzaak om problemen van industrieel-technische aard aan te pakken en de voordelen van standaardisering omvatten:

- voordelen voor het bedrijfsleven: zorgen dat bedrijfsactiviteiten zo efficiënt mogelijk verlopen, de productiviteit verhogen en bedrijven toegang bieden tot nieuwe markten;
- kostenbesparingen voor leveranciers en klanten: optimaliseer de operaties, vereenvoudig en verkort de projecttijd en vermindert de hoeveelheid afval;
- verbeterde klanttevredenheid: helpen bij het verbeteren van de kwaliteit, verbeteren van klanttevredenheid om klanten te verzekeren dat producten / diensten van de juiste mate van kwaliteit, veiligheid en respect voor het milieu zijn;
- bescherming van consumenten en de belangen van de gemeenschap: het delen van best practices leidt tot de ontwikkeling van betere producten en diensten;
- toegang tot nieuwe markten: helpen handelsbelemmeringen te voorkomen en mondiale markten open te stellen;
- groter marktaandeel: helpen de productiviteit en het concurrentievoordeel te vergroten (helpen bij het creëren van nieuwe activiteiten en het onderhouden van bestaande);
- vergroting van de markttransparantie: leidt tot gemeenschappelijk begrip en oplossingen;
- voordelen voor het milieu: helpen de negatieve impact op het milieu te verminderen.

Er zijn drie hoofdniveaus van organisaties voor normalisatie: nationaal, regionaal en internationaal. Op Europees niveau bestaat er een volledig standaardisatiekader voor energieberekeningsmethoden onder de EPDB.

Milieukeuren bieden nauwkeurige en bruikbare informatie aan klanten en consumenten over de milieuprestaties van producten of diensten. Een eenvoudige zin, een afbeelding of een combinatie van beide kan worden gebruikt in milieulabels. Er zijn verplichte labels, zoals het EU-energielabel of het energiecertificaat van een gebouw. Er zijn ook vrijwillige labels, zoals de EU-milieukeur of milieuproductverklaringen. Verplichte milieulabels zijn vastgelegd in wet- en regelgeving. Gewoonlijk zijn de doelstellingen om belangrijke milieu-informatie te verstrekken aan klanten en consumenten en om de producten en diensten te promoten met de beste prestaties met betrekking tot enkele milieuaspecten. Het EU-energielabel voor energiegerelateerde producten is een voorbeeld van een verplicht milieukeurmerk. Het is een label met informatie over het energieverbruik en andere prestatiekenmerken van goederen die van invloed zijn op het energieverbruik tijdens het gebruik. Er zijn EU-energielabels voor apparatuur zoals lampen, armaturen, airconditioners, televisies, droogtrommels etc.

De energiecificering van gebouwen is verplicht in alle EU-landen. De energieklassering van het gebouw kan worden gebruikt als een label in advertenties met informatie over de energieprestatie van het gebouw voor kopers of huurders.

Er zijn hoofdzakelijk drie soorten vrijwillige milieukeuren:

- zelfverklaarde milieucclaims: zijn gemaakt door producenten die consumenten willen informeren dat hun product beter is dan andere op het gebied van een bepaald milieuaspect. Om geloofwaardig te worden bij consumenten, moeten deze claims voldoen aan de vereisten van de internationale norm ISO 14021.
- milieu-etiketteringsprogramma's: een product of dienst belonen met een merk of logo op basis van het voldoen aan een reeks criteria die zijn gedefinieerd door de programma-operator. Om geloofwaardig te worden bij consumenten, moeten deze programma's voldoen aan de vereisten van de internationale norm ISO 14024.
- milieuproductverklaringen: geef klanten een set levenscyclusgegevens die de milieuaspecten van een product of dienst beschrijven. Om geloofwaardig te worden bij consumenten, dienen deze verklaringen te voldoen aan de vereisten die zijn vastgelegd in de internationale norm ISO 14025.

Volgens ISO-normen mogen claims die vaag en niet-specifiek zijn niet worden gebruikt, omdat ze misleidend zijn. Het EU-ecolabel is een voorbeeld van een vrijwillig milieulabel. Het EU-ecolabel identificeert producten en diensten met een verminderd milieueffect gedurende hun levenscyclus, van de winning van grondstoffen tot productie, gebruik en verwijdering.

Het EU-ecolabel waardeert producten en diensten die voldoen aan een reeks milieucriteria die zijn gedefinieerd voor de respectieve productcategorie.

0.5 De CDE (Common Data Environment)

De CDE - Common Data Environment - kan worden gedefinieerd als een applicatie, over het algemeen beschikbaar in de cloud, bruikbaar voor alle apparaten (computer, tablet of smartphone) van waaruit het mogelijk is ondubbelzinnige en gestructureerde informatie voor projectbeheer te beheren. Het CDE maakt het mogelijk informatie te verspreiden en waarde te creëren voor de hele keten van operatoren die bij het proces zijn betrokken, waardoor de samenwerking tussen hen wordt vergemakkelijkt.



De belangrijkste gebieden waarop een CDE betrekking heeft, zijn: documentbeheer, taakbeheer en activabeheer; al deze activiteiten kunnen, indien goed geïntegreerd in een BIM-proces, een grotere efficiëntie en controle bieden in elk deel van een proces. Om de beste resultaten te behalen, is het essentieel dat de strategische keuzes voor het correcte beheer van een project zo vroeg mogelijk worden verwacht en gedeeld. Bovendien moeten alle keuzes en de daaruit voortvloeiende geplande activiteiten in realtime worden gedeeld om een hoge mate van samenwerking tussen alle operatoren mogelijk te maken; ook in dit geval zorgt het gebruik van een CDE voor meer efficiëntie bij de uitwisseling van informatie en een groter samenwerkingsniveau tussen alle bij het besluitvormingsproces betrokken operatoren. De goedkeuring van een CDE maakt het eindelijk mogelijk geografische obstakels te overwinnen en het bijvoorbeeld mogelijk te maken om uitgebreide werkteams te creëren.

De zes belangrijkste punten voor het bouwen van een succesvolle Common Data Environment zijn:

1. Kies het juiste team: kies teamleden van het project met de benodigde vaardigheden voor het uitvoeren van vereiste activiteiten.
2. Definieer rollen en verantwoordelijkheden: teamleden die deelnemen aan het project en toegang hebben tot de Common Data Environment moeten werken volgens de aan hen toegewezen activiteiten; zorg ervoor dat aan elk van hen het juiste profiel is toegewezen om toegang te krijgen tot de Common Data Environment.
3. Definieer workflows: bepaal duidelijk wie wat kan doen, bijvoorbeeld wie toegang heeft tot een bepaald type informatie of documenten, definieer welke regels moeten worden goedgekeurd voor documenten en activiteiten.
4. Gemeenschappelijke taal en beschikbaarheid van gegevens: Definieer een gemeenschappelijke taal, zoals welke bestandsindelingen u moet gebruiken, houd er rekening mee dat praktisch alle internationale en nationale normen het gebruik van niet-gepatenteerde en open indelingen vereisen. De informatie die altijd en overal beschikbaar moet zijn, moet ook vanaf mobiel toegankelijk zijn. Kies een oplossing die dit garandeert.
5. Gegevensbeveiliging: de gegevensbescherming moet worden gegarandeerd. Om een adequaat beveiligingsniveau te waarborgen, moeten de gegevens en communicatie gecodeerd zijn. Definieer gediversifieerde toegang met ten minste drie toegangsniveaus.
6. De BIM-kwalificerende factor: het gebruik van een tool zoals de Common Data Environment, gecombineerd met het gebruik van BIM, maakt het mogelijk om sterke kostenbesparingen, betrouwbare bouw tijden en een efficiënter beheer van gebouwen gedurende de gehele levenscyclus van de gebouw. In de Common Data Environment moet toegang tot informatie en de weergave van BIM-modellen ook worden gegarandeerd.

Module 1 – Adoptie van BIM

1.1 Rendement op de investering (ROI)

De economische waarde van BIM-technologie wordt vaak bepaald door het rendement op investering (ROI) vast te stellen. Bedrijven die BIM-technologie willen toepassen, hebben altijd naar betrouwbare factoren gezocht om te kunnen begrijpen hoe de technologie- en softwaretransitie hun bedrijfsvoering zou kunnen beïnvloeden. Na meer dan een decennium, ervaring opgedaan te hebben met de toepassing van BIM, realiseren de ontwerp- en constructie-industrie nu pas de toegevoegde waarde en de financiële impact van BIM. Het berekenen van ROI is een noodzakelijke evaluatiestap geworden voorafgaand aan veel kapitaal- of arbeidsintensieve bedrijfsinvesteringen, zoals de acceptatie van BIM. Sommige bedrijven berekenen weliswaar een ROI om daarmee de economische voordelen van procesverandering te kunnen beoordelen, maar vele anderen vinden deze berekening te moeilijk of omslachtig.

Het probleem is dat de ROI bepaling vaak niet in staat is om de toegevoegde waarde van BIM, die belangrijk is voor een project of een bedrijf, financieel inzichtelijk te maken. Bovendien kunnen de informatiesystemen en het personeel die vereist zijn om ROI te bepalen, de benodigde informatie niet leveren, vragen te veel tijd en zijn kostbaar. Momenteel bestaat er nog geen geaccepteerde standaardmethode om de BIM ROI te kunnen bepalen. Veel bedrijven hebben een eigen niet consistente methoden toegepast. Toch is er interesse en geloof in de potentiële waarde van ROI voor BIM-investeringsbeslissingen.

Het definiëren van de economische impact van BIM voor ontwerp-, constructie en beheer & onderhoud is een uitdaging die ook academische onderzoeksinteresse heeft opgeleverd. Deze interesse omvat een breed scala aan onderzoeken naar BIM ROI die de gehele levenscyclus bestrijkt, verschillende gebouwtypen onderzoekt en rekening houdt met verschillende niveaus van BIM-volwassenheid. Er zijn drie soorten BIM-investeringen:

1. **Opstartkosten** om te zorgen dat de implementatie van technologie succesvol is. Hoewel technologie-investeringen, met name in de opstartfase, als een belangrijke kostenpost worden beschouwd, wordt deze in de sector als onvermijdelijk beschouwd om concurrerend te blijven en up-to-date te blijven. De toepassing van BIM vereist meer rekenkracht en meer netwerksnelheid dan de traditionele CAD toepassing. De directe arbeidskosten zijn het grootste onderdeel van elk project, het is een enorme investering om het personeel te trainen, hoe BIM te gebruiken en hoe het efficiënt toe te passen. De inleertijden zijn langer, dan in geval van de toepassing van CAD.
 - a. De kosten van professionele toepassing van BIM, inclusief training en de ontwikkeling en de instructie van nieuwe werkmethoden, moeten in de berekening van de investering worden meegenomen.
2. **Kosten voor het toepassing van BIM in een specifiek project.** Naarmate het gebruik van BIM op projecten steeds meer gemeengoed wordt, zullen de BIM processen zich steeds meer moeten aanpassen aan de processen van het bedrijf, met nieuwe rollen zoals een BIM-manager en BIM coördinator. Als er één ding is dat we als branche moeten erkennen is dat het niveau van expertise een gelijke tred moet blijven houden met de voortschrijdende technologie.

3. **Investerings, uitgaven op langere termijn voor strategische businesswijzigingen,**

zoals investeren in de ontwikkeling van nieuwe standaarden en standaardisatie van producten en diensten. Echter zijn dergelijke kosten moeilijk te kwantificeren zijn. Veranderingen in interne processen, zoals integratie van gegevens en informatie in het BIM model eerder in het ontwerp ontwikkelingsproces of de integratie van modellering tijdens preconstructie - moeten dan ook worden meegenomen om een volledige investeringsberekening te kunnen maken.

Verder geldt ter nuancering van het ROI denken;

- a. Tijdens adoptie en eerste toepassing vinden bedrijven het moeilijk om kosten voor, werkonderbrekingen en inefficiëncy te bepalen.
- b. BIM-gebruikers die werden geïnterviewd over de toepassing van ROI waren het erover eens dat BIM een verbetering betekent in de manier waarop gebouwen worden ontworpen. Het belooft een groot aantal voordelen voor opdrachtgevers en de eigenaar gedurende de levensduur van het project. "Het was niet echt een financiële beslissing ... dit is waar alles naartoe beweegt. Als competitief willen blijven, moeten we daarheen gaan." Voor eigenaren, zijn de investeringen belangrijk, maar is het minstens net zo belangrijk om het gebouw sneller te laten bouwen. Hoe eerder het ziekenhuis in bedrijf is, hoe sneller de inkomsten beginnen.
- c. Uiteraard gaat het berekenen van BIM ROI verder dan deze drie soorten investeringen. Een genuanceerd beeld van het rendement op de investering voor BIM beschouwt drie dimensies:
 - i. ORGANISATIE DIMENSIE: Zijn voordelen gemeten op projectniveau of op bedrijfsniveau?
 - ii. STAKEHOLDER DIMENSION: Welke specifieke rol vervult het bedrijf in het project ecosysteem?
 - iii. VOLWASSENHEIDSDIMENSIE: Hoe groot is de BIM-ervaring van het team en het bedrijf?

Door rekening te houden met de BIM-acceptatie en de ROI-beoordeling voor deze drie dimensies, kunnen bedrijven beter begrijpen hoe meting van BIM prestaties en technologische innovatie strategisch kunnen worden gecombineerd om de voortgang te voorspellen naar toekomstige niveaus van BIM-volwassenheid. "Dankzij BIM konden we een plaats innemen, waar we op de markt willen zijn. Omdat ook andere bedrijven BIM omarmen, willen we ervoor zorgen dat we een speler blijven. Ik denk dat we ons marktaandeel hebben versterkt en er klaar voor zijn om de soorten projecten te doen die we willen doen. "

1.1.1 Organisatiedimensie van BIM ROI

Wanneer bedrijven het besluit nemen om naar BIM over te stappen, worden de belangrijke implementatie doelstellingen vastgesteld die waarborgen dat beoogde winstgevendheid wordt nagestreefd en bereikt. Deze doelstellingen kunnen, afhankelijk van de eisen van de opdrachtgever, per project verschillen.

BIM gebruikers meldden dat BIM op projectniveau tastbare, kwantificeerbare voordelen opleverde - zoals minder RFI's (Request for Information) – ook immateriële voordelen opleverde – zoals navolgende voorbeelden die moeilijker te kwantificeren zijn.

- ✓ **Visualisaties en analyseren van alternatieven** door middel van parametrische ontwerpverbeteringen:
- ✓ **Vermindering van afval en risico** (bijvoorbeeld aanzienlijke besparingen die voortvloeien uit het ontwerp, prefab en de installatie van staalconstructies die zijn ontworpen met BIM);
- ✓ **Verbeterde ontwerpqualiteit;**

- ✓ **Vermindering van faalkosten**, in staat zijn om de arbeidskosten meer te beheersen en projecten sneller te voltooien met minder fouten. Naarmate het gebruik van BIM meer volwassen wordt, zal BIM-adoptie ons in staat stellen om in de keten beter samen te werken aan geïntegreerde projecten.
- ✓ **Meer begrip en betere communicatie tussen klanten en het ontwerp en bouwteam** dankzij een eenvoudige weergave in de vorm van animaties, die direct uit het BIM model kunnen worden afgeleid.
- ✓ **Versnelde goedkeuring / procedures** door de regelgevende instanties
- ✓ **Beter project resultaat**, door efficiënt gebruik van middelen, verbeterde veiligheid en nauwkeurige plannings, met een vermindering van geschillen en claims.

Naarmate bedrijven de toepassing van BIM uitbreiden naar meerdere projecten en het steeds meer onderdeel laten uitmaken van bedrijfsstrategie, zal het ROI-concept moeten worden uitgebreid om de voordelen op bedrijfsniveau te realiseren. Voordelen te behalen op bedrijfsniveau, zijn kansen om nieuwe klanten te werven, competenties van personeel te vergroten, bestaande klanten beter te bedienen of nieuwe diensten, zoals verbeterde kwaliteitsborging of conceptontwikkeling.

De data-rijke BIM modellen bieden bedrijven de mogelijkheid om opdrachtgevers diensten te bieden, omdat data naadloos geïntegreerd kan worden in de facilitaire en onderhoud processen.

Het kan een uitdaging zijn om de voordelen op bedrijfsniveau uitsluitend toe te wijzen aan BIM-toepassing. Als bedrijven de bedrijfsprestaties blijven volgen in termen van traditionele meeteenheden zoals winstgevendheid, risico's, omvang van claims / rechtszaken, gewonnen of verloren projecten, of herhalingsopdrachten met belangrijke klanten, kan de daadwerkelijke impact van BIM op deze maatregelen moeilijk te scheiden zijn van andere factoren.

1.1.2 Stakeholder-dimensie van BIM ROI

BIM gebruikers hebben laten zien dat ze het rendement van BIM verschillend beoordelen, afhankelijk van hun rol in een project. Of iemand BIM nu gebruikt als een tool in het ontwerp, de prefab, de constructie of de gebruiksfase, beïnvloedt hun perspectief. Eigenaren hebben bijvoorbeeld de neiging de ketensamenwerking met betere communicatie en een verbeterd proces als resultaat te herkennen als topvoordelen. Aannemers geven de grotere productiviteit en lagere projectkosten weer als hun belangrijkste BIM-voordelen. Eigenaren lijken veel meer geïnteresseerd in ROI-berekeningen, is da waarde van informatie niet op de balans te zetten. Net als eigenaren, zijn ontwerpers geïnteresseerd in ROI als een middel om meer inzicht te krijgen in de kansen. Veel ontwerpers waren al vroeg aan de slag met BIM, vanuit de veronderstelling dat zij beter in staat zouden zijn om samen te werken met openbare instanties die BIM middels een mandaat hebben aangenomen, zoals in Groot-Brittannië, Denemarken en Finland.

	Professional	Technician	Owner
BIM adoptie	Wijd verspreid	Opkomend en steeds meer gewaardeerd	Velen specificeren BIM, maar weinigen gebruiken het actief
Voordelen	Verbeterde samenwerking met projectpartners Minder faalkosten, minder wijzigingen	Minimaliseert / elimineert een aanzienlijk aantal wijzigingen. Verbeterd bouw management. Geweldig voor het schatten van hoeveelheden	Kan de bouwtijd van het project in het algemeen verkorten Maakt effectief beheer en onderhoud mogelijk
Gerelateerde kosten	Vereist meer tijd om volledig model te realiseren Ontwerpers kunnen meer tijd besteden voor het verkennen van ontwerpalternatieven	Vereist een verandering van de werkprocessen Technologische investering om volledig te kunnen benutten	Onbekend, vooral andere Kosten dan investering in de software
Interesse voor	Niet erg bruikbaar als het	Niet direct relevant als de	Geïnteresseerd en onderwijs

ROI	gekoppeld is aan een beslissing om BIM te gaan gebruiken. Geïnteresseerd in het begrijpen van de verborgen kosten en mogelijke omzetkansen	BIM-beslissingen zijn meestal niet van hen	nodig om het meeste profijt te halen uit de toepassing van BIM.
Vooruitzicht m.b.t. BIM	Vooraf doorgaan! Maakt werk complexer, maar appeleert vertegenwoordigt het 'juiste ding om te doen'.	Meer uitnodigingen krijgen om te gaan toepassen in alle projecten	Grote potentie en in toenemende mate een standaardvereiste voor opdrachtgevers

1.1.3 Volwassenheids(Maturity)-dimensie van BIM ROI

Bij de overgang van 2D naar de initiële BIM-implementatie berekenen bedrijven de ROI om te bepalen of de investering in technologie de moeite waard zal zijn. Zodra bedrijven echter de eerste fase van BIM-acceptatie hebben gepasseerd, verschuift de ROI-berekening naar een meer genuanceerd instrument om specifieke initiatieven te beoordelen die verband houden met de bedrijfsstrategie. Recent onderzoek wijst op een verband tussen verschillende niveaus van BIM-volwassenheid en ROI. Een hoge ROI wordt gerapporteerd door een meerderheid van de BIM-gebruikers met een hoge mate van volwassenheid, maar slechts door 20% van de BIM-gebruikers met een lage mate van volwassenheid. "De grootste kostenverschuiving met BIM is de manier waarop we BIM laten gebruiken door ervaren ontwerpers. Eens getraind, kunnen deze zeer ervaren mensen meer doen in dezelfde hoeveelheid tijd.

Veel klanten met een aanzienlijke BIM-ervaring melden dat ze interne werkwijzen hebben om praktijk ervaring te meten, de competenties van het bedrijf te beoordelen en stimulansen te bieden aan werknemers om de nodige vaardigheden te ontwikkelen. In landen waar regeringen beleid hebben vastgesteld om BIM-adoptie aan te moedigen, zoals in het Groot Britannië, worden ervarings- of volwassenheidsniveaus vaak officieel gedefinieerd om duidelijkheid te bieden en om de BIM beoefenaars naar een hoger kennis en toepassingsniveau te brengen.

Om de voortgang en de ROI te beoordelen, kunnen bedrijven een aantal maatregelen nemen die verband houden met potentiële baten. Kostenbesparingen of reductie van de inspanning lenen zich voor meting. Bijvoorbeeld, bij het zoeken naar een projectresultaat van "efficiënt gebruik van middelen" als gevolg van verbeterde "teamgrootte en focus" tijdens de constructiefase. Het bedrijf zou ermee kunnen instemmen om de specialisatie van het BIM-team te vergroten. Hierdoor kan het bedrijf de tijd geïnvesteerd in specifieke taken per fase volgen en de meetgegevens vergelijken met benchmarks van vergelijkbare projecten om daarmee feedback te kunnen geven over de effectiviteit van de strategie.

Als alternatief kan een team zich richten op het BIM-voordeel van "minder, eerdere en eenvoudiger RFI's" onder de categorie scope bewaking. Een procesverandering om de verantwoordelijkheid en het Level of Development (LOD) voor modellen te definiëren, kan worden gecombineerd met een meetstrategie voor het volgen van RFI's en geïnvesteerde uren om hierop te reageren. Kwalitatieve factoren zoals "project ontwerp scope" of "eigenaar comfort niveau" kunnen worden gevolgd door een score die wordt geëvalueerd met een vooraf bepaalde methode, zoals een vragenlijst die wordt beheerd door personeel en managers op essentiële punten in het project.

Uit onderzoek m.b.t. BIM ROI suggereert dat bedrijven die BIM hebben ingezet vinden dat, ondanks de uitdagingen bij het maken van een nauwkeurige berekening, het meten van het rendement op hun BIM-investering een belangrijke praktijk is die relevant kan zijn naast het bepalen of een technologische innovatie al dan niet wordt toegepast. Van de bedrijven die aan de onderzoeksinspanning deelnamen, antwoordde 75% dat hun bedrijven de impact van BIM kwantitatief beoordeelden. Slechts 21% beoordeelde echter letterlijk de ROI. De rest betrof het beoordelen van andere factoren, zoals de mogelijkheid om projecten met kleinere teams of kortere planningen te voltooien.

Er blijft een groot interesse bij het toepassen van ROI om de beoogde BIM-voordelen te kunnen beoordelen door bedrijven die het eerste niveau van BIM-volwassenheid hebben bereikt. Interessant is dat 7% van de bedrijven aangaf verder te gaan dan de noodzaak om de ROI voor BIM te berekenen voor het bereiken een hogere BIM-volwassenheid niveau.

De praktijk van het focussen op de voordelen, het volgen van investeringen in de loop van de tijd en het meten van het rendement helpt bedrijven met kennis van zaken te kiezen uit een portfolio van technologie / procesinitiatieven en om een strategische koerswijziging te onderbouwen. Bovendien zijn bedrijven het erover eens dat ROI een strategisch hulpmiddel kan zijn voor de interne stakeholders bij het bepleiten van de procesverandering of om de potentiële waarde van een nieuwe methode voor interne teams, managers of werknemersgroepen aan te tonen.

Wie heeft er voordelen? Bedrijven met uitgebreide BIM-ervaring merken op dat een genuanceerde en geavanceerde toepassing van ROI een factor wordt in het succesvol samenwerken met eigenaren van gebouwen. Wanneer die invloedrijke groep zich steeds meer bewust wordt van de voordelen BIM in relatie tot het proces van bouwen onderhouden. Service dienstverleners begrijpen dat strategische toepassingen van ROI kan dienen om hun competentie aan opdrachtgevers aan te tonen, om daarmee hun waarde te vergroten door middel van het faciliteren van gegeven gestuurde besluitvorming en daarmee competitieve differentiatie te bieden. Bedrijven kunnen hun eigen routekaart voor procesverandering creëren door een strategische BIM ROI-praktijk te ontwikkelen, middels het streven naar meten, benchmarken, informatie bewaren in toegankelijke formaten voor vergelijkingsdoelen en doorlopende evaluaties van de belangrijkste prestatie-indicatoren. In tegenstelling tot louter een mechanisme voor go / no-go-beslissingen, kan een strategische ROI-discipline de prioritering en interne acceptatie van procesveranderingsinitiatieven en prestatieverbeteringen ondersteunen.

Door gebruik te maken van ROI om BIM-initiatieven te kunnen beoordelen die met name gericht zijn op het verbeteren van de prestaties van individuen en teams, kunnen bedrijven prioriteit geven aan investeringen voor continue verbeteren of modellen implementeren om BIM-volwassenheid te beoordelen en competentieniveaus te verhogen. Het focussen van de oriëntatie van het bedrijf binnen de drie voornoemde dimensies van BIM, ROI suggereert een reeks kansrijke maatregelen voor de eerste implementatie en een mogelijk stappenplan voor toekomstige ontwikkeling. Belangrijke strategische factoren voor bedrijven zijn:

- de competentie van medewerkers
- samenwerkingscultuur,
- leervermogen van teams.

Voor managers die nog meer willen weten, biedt divers academisch onderzoek aanbevelingen en kaders om optimalisatiestrategieën uit te werken die zich uitstrekken van aanvankelijke BIM-acceptatie tot meer geavanceerde volwassenheidsniveaus.

1.2 Strategieën voor een BIM-diffusie

Bij de bespreking van BIM-diffusie binnen een organisatie (micro) of over een hele markt (macro), verschijnen meestal twee termen: van boven naar beneden en van onder naar boven:

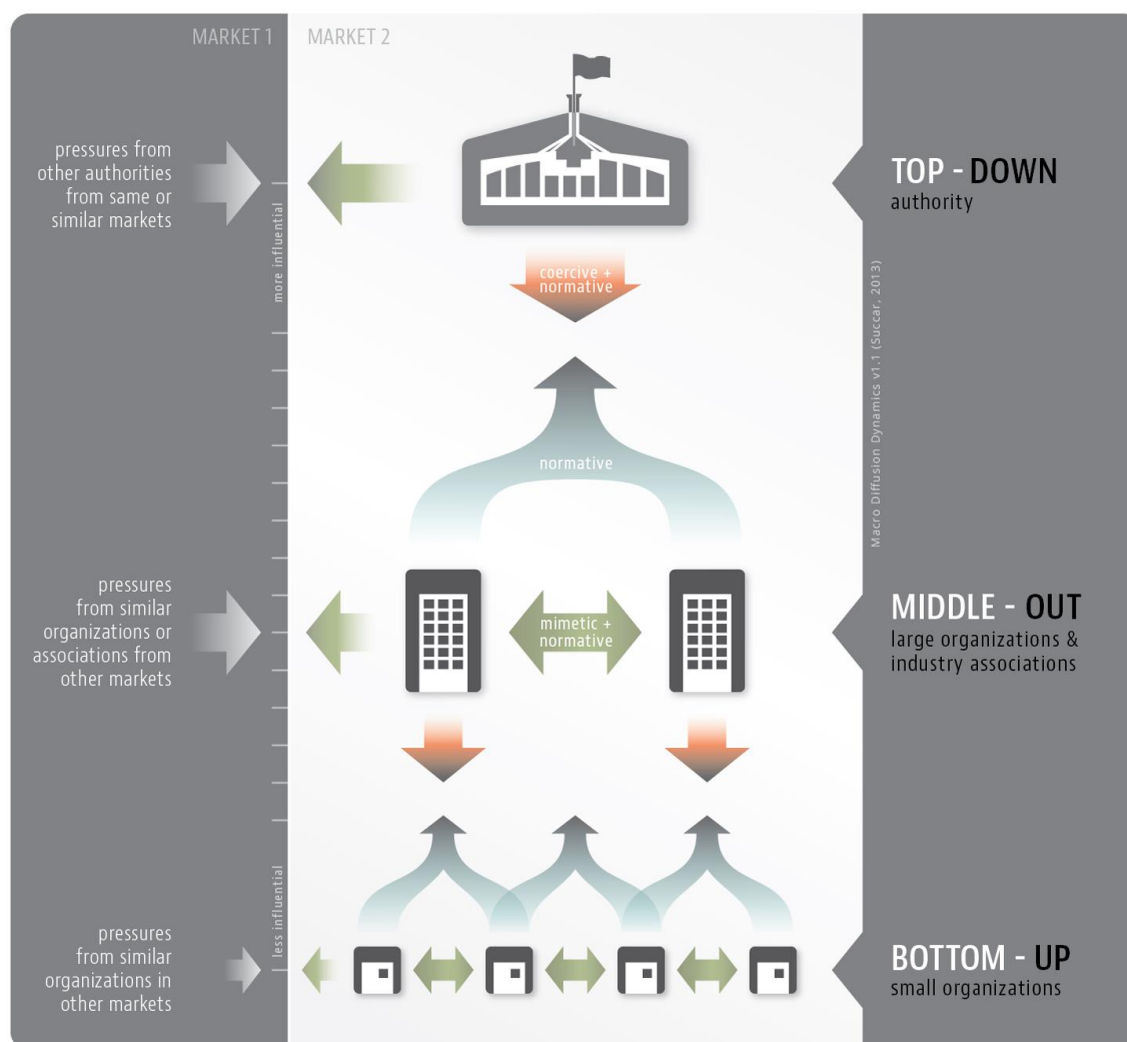
- Top-Down-diffusie is een aansporing van een autoriteit om de goedkeuring van een specifieke oplossing die zij als gunstig beschouwt, verplicht te stellen. Een goed voorbeeld van een macro-top-down BIM-dynamiek is UK's BIM Level 2. Op microniveau vindt top-down diffusie plaats wanneer senior management binnen een organisatie (ongeacht de omvang en locatie binnen de supply chain) specifieke oplossingen opdraagt om te

adopteren . Door deze, soms dwingende, druk worden oplossingen verspreid over de gezagsketen en, indien gekoppeld aan onderwijs en incentives, aangenomen.

- Bottom-Up-diffusie verwijst naar de grondige acceptatie van technologieën, processen of beleid zonder een dwingend mandaat. Op macroniveau gebeurt dit wanneer kleine organisaties of mensen aan de onderkant van de autoriteit / toeleveringsketen een innovatieve oplossing of concept kiezen; de oplossing wordt langzaam een gebruikelijke praktijk; en verspreidt geleidelijk de supply / authority-keten (zoals het geval is in Australië). Op microniveau vindt bottom-up diffusie ook plaats wanneer werknemers aan de onderkant van de machtigingsketen een innovatieve oplossing introduceren en - na verloop van tijd - deze oplossing wordt erkend en vervolgens door het midden- en hoger management wordt overgenomen.

Hoewel deze twee dynamieken gemakkelijk waarneembaar zijn, schuilt er een derde dynamische leugen in het volle zicht: het MIDDLE-OUT-diffusiepatroon:

- Uitbraak diffusie is van toepassing op al die organisaties en individuen die de mediane ruimte innemen die de 'onderkant' van de 'top' scheidt. Op micro-organisatieniveau duwen teammanagers, afdelingshoofden en lijnmanagers wat ze persoonlijk hebben aangenomen op en neer in de authority chain. Op macro-marktniveau is 'mid-out dynamic' van toepassing wanneer middelgrote organisaties (relatief ten opzichte van de markt - bijvoorbeeld grote contractanten in de VS) invloed uitoefenen op de acceptatie van kleinere organisaties in de toeleveringsketen. Ze beïnvloeden of stimuleren ook grotere organisaties, verenigingen en autoriteiten om de supply / authority-keten te versterken en hun oplossing te standaardiseren.

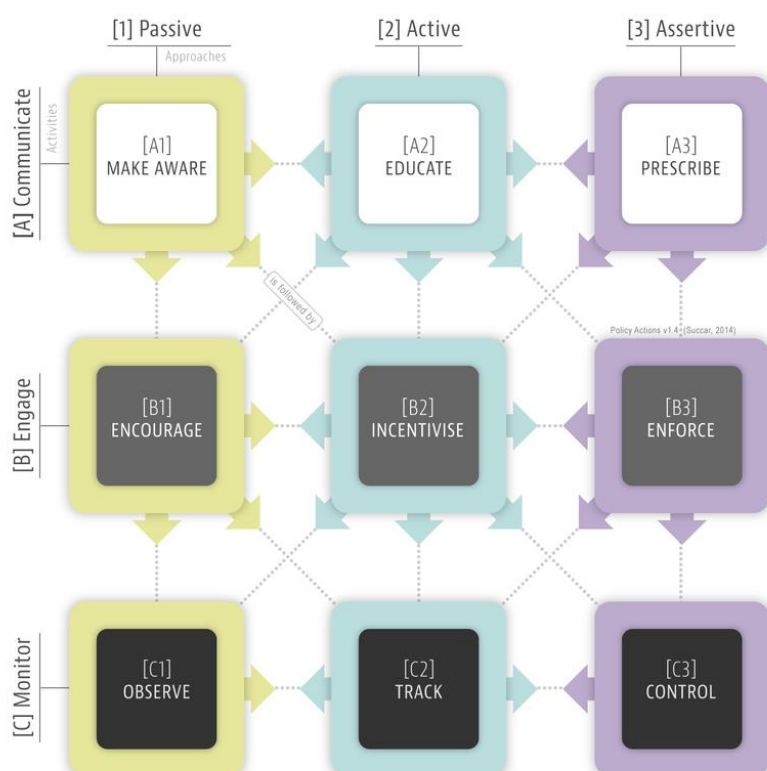


Verschillende organisaties en markten vertonen de ene dynamiek meer dan de andere vanwege een verscheidenheid aan marktgestuurde en sociale variabelen. Top-down, bottom-up en middle-out diffusiedynamiek zijn echter complementair en zelfs wederzijds inclusief. Het is een misvatting dat de ene dynamiek beter kan zijn dan de andere. Hoewel er aanwijzingen zijn dat een top-down dynamiek snellere adoptiepercentages binnen een organisatie of een markt aanmoedigt, is er geen reden dat dit leidt tot een aanhoudende infusie van BIM-workflows en -producten.

Een van de diffusiemodellen is het model voor beleidsacties, dat drie implementatieactiviteiten (communiceren, betrekken, monitoren) identificeert in kaart gebracht met drie implementatiebenaderingen (passief, actief en assertief) om negen beleidsacties te genereren:

De drie activiteiten worden consequent waargenomen in markten waar opzettelijk van boven naar beneden wordt gepusht om BIM-hulpmiddelen en -workflows te verspreiden. Wat varieert, is de intensiteit van deze activiteiten en de mix van spelertypen (bijvoorbeeld overheid, brancheverenigingen en praktijkgemeenschappen) die de inspanning

voor beleidsontwikkeling uitvoeren [ii]. Dat wil zeggen dat elk van de drie activiteiten (communiceren, betrekken en controleren) kan worden benaderd op drie niveaus van intensiteit (passief, actief en assertief), rekening houdend met de verschillen in culturele attitudes en machtsdynamiek op verschillende markten. Beoefenaars in één land (bijvoorbeeld een SE-Aziatische natie) kunnen hun regering oproepen om een assertieve benadering te volgen, beoefenaars in een ander land (bijvoorbeeld de VS of Australië) kunnen een actieve of zelfs een meer passieve benadering verkiezen.



	Passive [1]	Active [2]	Assertive [3]
Communicate [A]	Let op: de policy-speler informeert belanghebbenden over het belang, de voordelen en de uitdagingen van een systeem / proces via formele en informele communicatie	Educate: de policy-speler genereert informatieve gidsen om belanghebbenden te informeren over de specifieke deliverables, vereisten en workflows van het systeem / proces	Voorschrijven: de beleidsspeler geeft het precieze systeem / proces weer dat door de belanghebbenden moet worden vastgesteld
Engage [B]	Stimuleer: de speler van het beleid leidt workshops en netwerkevenementen om belanghebbenden aan te moedigen het systeem / proces aan te nemen	Incentiveer: de policy-speler biedt beloningen, financiële prikkels en een voorkeursbehandeling aan belanghebbenden die het systeem / proces toepassen	Dwang: de beleidsspeler omvat (begunstigt) of sluit (bestraft) belanghebbenden op basis van hun respectieve goedkeuring van het systeem / proces

Monitor [C]	Let op: de beleidsmaker merkt op dat (of als) belanghebbenden het systeem / proces hebben overgenomen	Volgen: de beleidspeler onderzoekt, volgt en onderzoekt hoe / of het systeem / proces wordt overgenomen door belanghebbenden	Controle: de policy-speler stelt financiële triggers, nalevingspoorten en verplichte normen voor het voorgeschreven systeem / proces vast
--------------------	---	--	---

Zoals weergegeven in de tabel, duiden de drie beleidsbenaderingen op een intensivering van de betrokkenheid van beleidsmakers bij het faciliteren van BIM-adoptie: van een passieve waarnemer tot een meer assertieve controller. Deze beleidsacties worden hier in detail besproken. Vanzelfsprekend kunnen alle negen acties verder worden onderverdeeld in kleinere beleidstaken. De stimuleringsactie [B2] kan bijvoorbeeld worden onderverdeeld in meerdere stimuleeropdrachten: b. [B2.1] maak belastingregime gunstig voor BIM-adoptie, [B2.2] ontwikkel een BIM-inkoopbeleid en [B2.3] introduceer een op BIM gericht innovatiefonds.

Het model voor beleidsacties weerspiegelt een verscheidenheid aan acties die beleidsmakers nemen (of kunnen nemen) in elke markt om BIM-acceptatie te vergemakkelijken. Het is belangrijk om te begrijpen dat alle benaderingen even geldig zijn. Het is echter van cruciaal belang voor beleidsmakers om de combinatie van beleidsacties te selecteren die het best voldoen aan de unieke vereisten van hun markt.

De voorbeelddiagram Beleidsactiepatronen biedt een snelle vergelijking van diffusie-acties ondernomen door beleidsmakers in verschillende markten. Elk patroon geeft de beleidsacties weer die door beleidsspelers zijn (kunnen) worden genomen. Het patroon linksboven vertegenwoordigt bijvoorbeeld een volledig passieve benadering (Make Aware + Encourage + Observe), terwijl het patroon rechtsonder een mengsel is van assertieve en actieve benaderingen (Prescribe + Incentivize + Track).

2. Module 2 – Toepassen van informatie management

2.1 Principe van data management in the CDE (Common Data Environment)

De Common Data Environment (CDE) is een centrale opslagplaats waar informatie over bouwprojecten is ondergebracht. De inhoud van de CDE is niet beperkt tot assets die zijn gecreëerd in een 'BIM-omgeving' en omvat daarom documentatie, grafisch model en niet-grafische assets. Door het gebruik van een enkele bron van informatie zou de samenwerking tussen projectleden moeten worden verbeterd, fouten moeten worden verminderd en dubbelingen moeten worden vermeden.

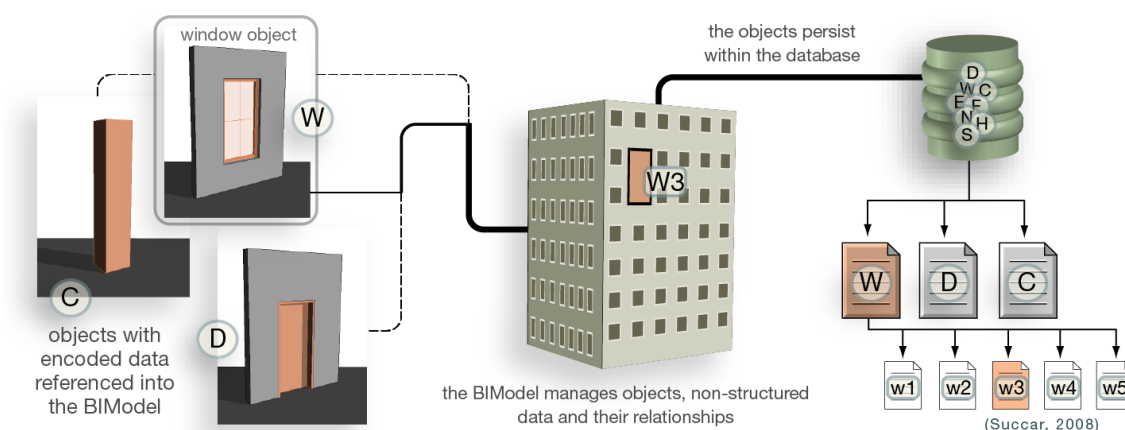
Het uiteindelijke doel is om het creëren, delen en uitgeven van informatie te verbeteren die ten grondslag ligt aan de levering van een project. Het idee van samenwerking om tot betere resultaten en efficiëntieverbeteringen te komen, vormt de kern van de implementatie van een Building Information Modeling (BIM) -aanpak op bouwprojecten. De constructie is gebaseerd op de vaardigheden van een breed scala aan disciplines en het CDE brengt de informatie samen in het projectteam. Doordat er gebruik gemaakt wordt van informatie uit een enkele bron, is er geen discussie over welke versie van informatie er gebruikt wordt.

Het CDE moet dienen als de ultieme bron van 'waarheid' en een aantal voordelen bieden voor alle betrokkenen:

- Gedeelde informatie moet resulteren in gecoördineerde gegevens, die op hun beurt zowel de tijd als de kosten van het project verminderen.
- Projectteamleden kunnen allemaal het CDE gebruiken om de documenten / views te genereren die ze nodig hebben door verschillende combinaties van de centrale assets te gebruiken.
- Ruimtelijke coördinatie is inherent aan het idee om een gecentraliseerd model te gebruiken.
- Productie-informatie moet de eerste keer goed zijn, ervan uitgaande dat projectteamleden zich houden aan processen voor het delen van informatie.

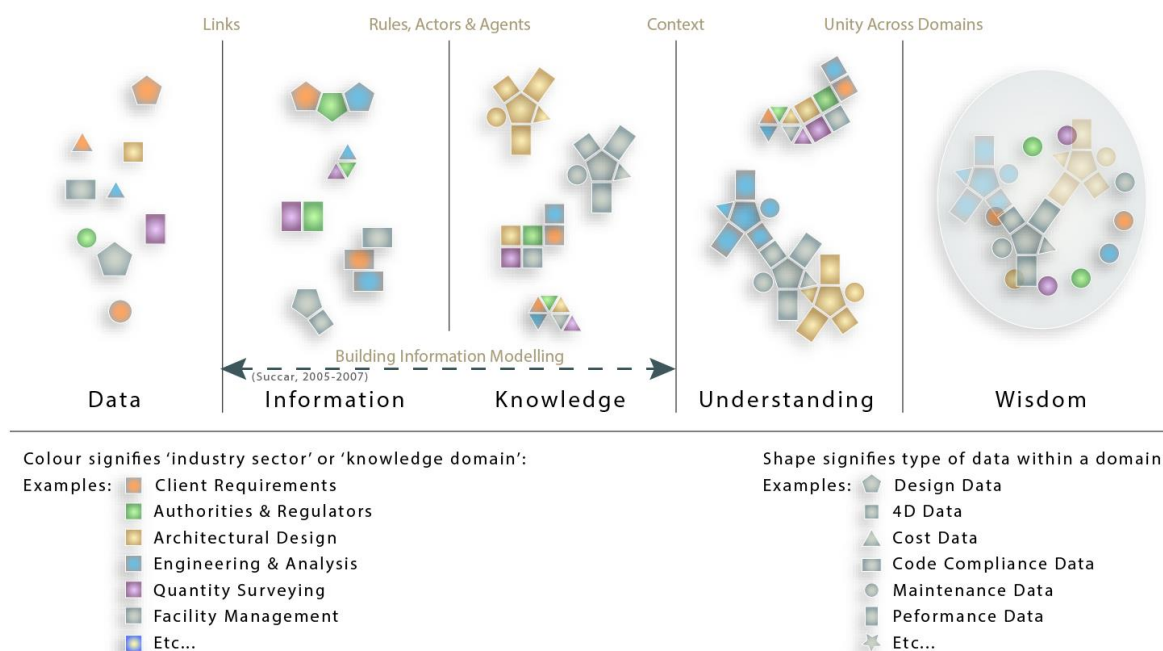
Niet alle modellen kwalificeren zich echter als BIM. Hoewel er geen duidelijke definities zijn over wat een Building Information Modeler is, is er een gemeenschappelijke deler. Deze deler is een verzameling technologische en procedurele kenmerken van BIM-modellen (Building Information Models), die:

- moet driedimensionaal zijn;
- moeten worden opgebouwd uit Objecten (solid modeling - object-georiënteerde technologie);
- moeten gecodeerde en ingesloten discipline-specifieke informatie hebben (meer dan alleen een database);
- moeten verweven relaties en hiërarchieën hebben tussen hun objecten (regels en / of beperkingen: vergelijkbaar met een relatie tussen een muur en een deur waar een deur een opening in een muur creëert);
- beschrijft een bouwwerk.



BIM-modelers geven noch de volledige omvang van branchekennis weer, noch coderen ze zelfs binnen individuele sectoren (architectuur, engineering of constructie). Om dit anders uit te drukken, moeten we eerst ontcijferen wat echt wordt bedoeld met "informatie" binnen Building Information Modeling. Er zijn vijf niveaus van betekenis die moeten worden begrepen:

- Gegevens zijn / zijn de basisobservaties en verzamelobjecten. Gegevens zijn wat u kunt zien en verzamelen;
- Informatie geeft gekoppelde gegevens weer, ongeacht of dit andere gegevens zijn of een context. Informatie is wat je kunt zien en zeggen (verzamelen en vervolgens uitdrukken);
- Kennis stelt een doel voor de informatie. Kennis is de uitdrukking van regelmaat. Kennis is wat je ziet, zegt en kunt doen;
- Begrijpen is de overdracht en verklaringen van een fenomeen binnen een context. Begrip is wat u kunt zien, zeggen, doen en kunnen overdragen;
- Wijsheid is de actie die is gebaseerd op inzicht in fenomenen in verschillende domeinen. Wijsheid is zien, zeggen, doen en onderwijzen in verschillende disciplines en contexten. Building Information Modelling behandelt alleen gegevens en informatie, hoewel sommige leveranciers BIM-modellen willen promoten als op kennis gebaseerd.



BIM-modellers kunnen informatie delen die beschikbaar is op verschillende industriedomeinen. De optimale BIM Modeller zou de mogelijkheid hebben om alle gegevens die nodig zijn tussen disciplines te tonen, te berekenen en te delen zonder verlies of workflowconflicten. Dit vermogen, of gebrek aan, is een functie van de gebruikte technologie, het ingezette proces en de betrokken partijen (kenniswerkers). Ervan uitgaande dat elk domein (industriesector: architect, ingenieur of constructeur) een andere BIM-modeller gebruikt, kunnen methodes voor gegevensuitwisseling tussen deze modellers vele vormen aannemen:

1. Gegevensuitwisseling: elke BIM Modeller behoudt de integriteit, maar exporteert enkele van de 'deelbare' gegevens in een indeling die andere BIM-modellers kunnen importeren en berekenen (denk bijvoorbeeld aan XML, CSV of DGN). Deze methode is een veelgebruikte methode om gegevens uit te wisselen, maar kent ook veel gegevensverlies. Gegevensverlies hier betekent de hoeveelheid gegevens die niet kan worden gedeeld in vergelijking met de gegevens die beschikbaar zijn in BIM-modellen. Niet alle gegevens moeten of moeten echter altijd worden gedeeld tussen BIM-modellers. Gedeeltelijke gegevensuitwisseling (in vergelijking met onbedoeld gegevensverlies) kan een opzettelijke en efficiënte methode voor gegevensuitwisseling zijn.

2. Gegevensinteroperabiliteit: interoperabiliteit kan vele vormen aannemen; Uitgaande van bestandsgebaseerde gegevensinteroperabiliteit (niet servergebaseerde interoperabiliteit) is een van de getoonde scenario's voor deze methode voor het delen van gegevens als volgt: BIM Modeller1 produceert een IModel (interoperabel model) dat wordt geïmporteerd in BIM Modeller2. waar het wordt verwerkt en vervolgens wordt geëxporteerd IModel v.2 (versie 2). Dat wordt geïmporteerd in BIM Modeller3 waar het werd bewerkt en vervolgens werd geëxporteerd naar IModel v.3 dat wordt geïmporteerd in ... De hoeveelheid verloren / gewonnen gegevens tussen modellers, modellen en modelversies is afhankelijk van de import van modellers / exportmogelijkheden en het interoperabiliteitschema zelf (denk bijvoorbeeld aan IFC). Een belangrijke tekortkoming van deze op bestanden gebaseerde interoperabiliteit is de lineariteit van de workflow; het onvermogen om gelijktijdige interdisciplinaire veranderingen in het gedeelde toe te staan.

3. Bestandskoppeling: gegevens in één BIM-model zijn gekoppeld aan gegevens in een ander BIM-model. De bestanden worden niet geïmporteerd of geëxporteerd, maar BIM Modellers (softwaretoepassingen) kunnen de gegevens lezen en berekenen die zijn ingesloten in de gekoppelde bestanden. De hoeveelheid gegevensverlies hangt af van de hoeveelheid gegevens die kan worden gelezen of berekend. Referentiële modellen (RModels) zijn een ander voorbeeld van BIM Data koppeling. RModels zijn afzonderlijke of gekoppelde modellen die links hosten naar externe gegevens; net als een hyperlink op een webpagina. Een voorbeeld hiervan is een virtueel gebouw met een referentie vensterobject: gedetailleerde informatie (waarden) buiten de basisparameters worden niet opgeslagen in het BIM-model, maar worden benaderd vanuit een externe referentie wanneer dat nodig is [3] (bijv. : real-time) kosten, beschikbaarheid, installatiehandleiding, onderhoudsschema).

4. Gegevensintegratie: de term integratie kan op vele manieren worden begrepen, inclusief het vermogen van een klasse om gegevens uit te wisselen tussen software-oplossingen. In een BIM-context betekent een geïntegreerde database de mogelijkheid om informatie te delen tussen verschillende sectoren met behulp van een gemeenschappelijk model. De deelbare gegevens binnen het BIM-model kunnen zowel architectonisch, analytisch (engineering) of bestuurlijk zijn als ontwerp-, kosten- of code-informatie. Wat belangrijk is aan een geïntegreerd BIM-model, is dat het interdisciplinaire informatie integreert, waardoor ze met elkaar kunnen communiceren binnen één raamwerk.

5. Data Sharing Hybrid: een combinatie van elk van de hierboven besproken vormen van gegevensuitwisseling. De meeste BIM-modelleers, al dan niet gepatenteerd, coördineren de multidisciplinaire informatie die wordt gegenereerd door AEC-sectoren via hybride methodologieën voor het delen van informatie.

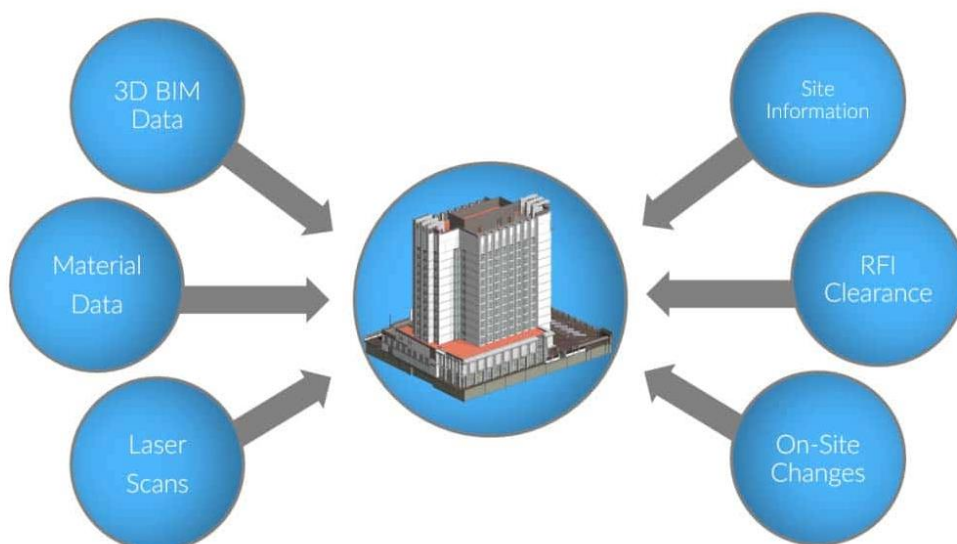
2.2 Het "as built" BIM-model voor het verbeteren van de energieprestaties van gebouwen.

We kunnen het "as built" -model definiëren als een kopie die de uiteindelijke toestand van het gebouw weergeeft. Dit model zal dienen om toekomstig onderhoud en verbouwingen in het onroerend goed uit te voeren. Het gebruik, onderhoud en verbouwingen kunnen niet zonder gegevens van het energiegedrag van het gebouw. De integratie van PV panelen in een wolkenkrabber is net zo belangrijk als de verbetering van de isolatie onder dakpannen van een historisch complex in een klein stadje. Als het eigen initiatief niet genoeg is, kan een stimuleringsbeleid, via subsidies, als een katalysator werken.

Daarom is het oorspronkelijke model niet haalbaar voor de operationele en onderhoudsfase totdat het wordt omgezet in een as-built model. Een as-built model heeft verschillende vereisten: ten eerste moet het geometrisch gelijk zijn met de daadwerkelijke bouw en ten tweede moet het relevante basisinformatie hebben over alle bouwcomponenten die later kunnen worden verbeterd op onderhoudsniveau. Er zijn een aantal methoden waarbij een bestaande structuur nauwkeurig en zo dicht mogelijk bij werkelijkheid kan worden gemodelleerd. De meeste BIM modelleers zijn experts in het produceren van As-built BIM Ready-modellen van alle typen gebouwen.

1. BIM-ready-model uit 3D-lasergescande puntenwolkgegevens: het is gebruikelijk om structuren / gebouwen te scannen. deze techniek produceert een puntenwolk bestaande uit punten die de coördinaten van de echte

wereld vertegenwoordigen en die de omgeving opbouwen van alles wat de scanner ziet. Deze wolken worden gebruikt om nauwkeurige 2D CAD-tekeningen te produceren die vervolgens werden gebruikt om 3D As-Built-condities te modelleren.



- 3D-laserscanners leggen alles vast wat vanuit de scanpositie gezien kan worden, door veel scanposities te overlappen (of door recent beschikbare mobiele scanners te gebruiken) is het mogelijk om bijna 100% scanbereik van de omgeving te krijgen. Hierdoor is het mogelijk om naar elk detailniveau te modelleren zonder verdere onderzoek op de site om meer gegevens te verzamelen. De klant kan hiermee een basisniveau van details opvragen zonder verdere verstoring van de site.

2. BIM-ready-model uit 2D CAD-tekeningen:

Het is zeer waarschijnlijk dat 2D-tekeningen al zijn voltooid voor een bestaand gebouw. Het kan uiterst kosteneffectief zijn om een 3D BIM-klaar model te maken op basis van deze reeds beschikbare gegevens. Dit is over het algemeen de snelste manier om een model te produceren, aangezien de meeste analyses van de gegevens al zijn uitgevoerd. Als deze tekeningen al zijn voltooid, is het over het algemeen kosteneffectiever dan een andere survey uit te voeren. Het 3D BIM-ready-model is daarbij beperkt tot wat wordt geproduceerd in de 2D CAD-tekeningen

3. BIM-ready-model uit traditioneel gemeten onderzoeksgegevens: aangezien laserscanners duur zijn, gebruiken de meeste architecturale landmeetkundige bedrijven traditionele technieken om hun gegevens vast te leggen. Dit kan inhouden dat CAD-tekeningen ter plaatse worden gemaakt met handheld pc's die zijn gekoppeld aan lasermeters. Dit alles kan worden gebruikt om een 3D BIM Ready-model te maken.
4. BIM-ready-model uit architecturale / structurele plannen: aangezien de meeste gebouwen / structuren over het algemeen zijn opgebouwd uit plannen, is het vrij waarschijnlijk dat deze beschikbaar kunnen zijn om een BIM-ready as-built te produceren (ervan uitgaande dat het gebouw is gebouwd volgens het ontwerp) . Dit ontwerp kan eenvoudig worden omgezet in een BIM-ready-model. Dit kan een perfecte oplossing zijn voor Facility Management (FM), aangezien een BIM-model kan worden gebruikt voor de levensduur van een

gebouw voor onderhoud en renovatiedoeleinden. Zelfs voor overdracht aan toekomstige ontwerpers om te gebruiken voor een nieuw ontwerp.

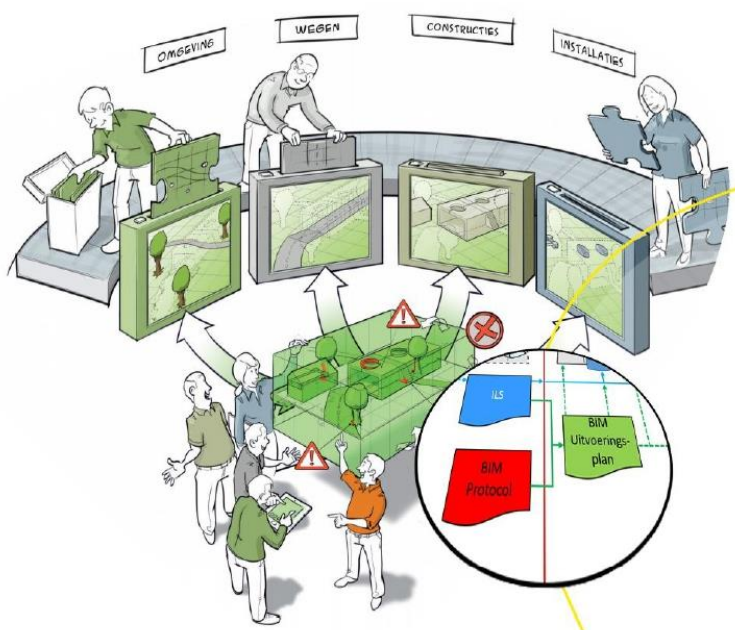
Als een gebouw nog niet is gebouwd, kan een BIM-ready model worden gemaakt op basis van dergelijke plannen om foto-realistische visualisaties of animaties te maken met als doel om het pand te verkopen. De aannemer kan het model zelfs gebruiken om een beter idee te krijgen van wat er moet worden gebouwd.

Module 3 – Contracteren en de toepassing gebruik van BIM.

3.1 Juridische aspecten en het BIM protocol

Waar in andere landen in Europa het gebruikelijk is om garanties (bonds) te vragen om de prestaties van de aannemer / installateur te waarborgen, zijn we in Nederland gewend contracten af te handelen volgens algemene voorwaarden. Voorbeelden daarvan zijn de

- ✓ **DNR** (De Nieuwe Regeling, de uniforme administratieve voorwaarden met modelcontracten uit de architecten en ingenieurs branche)
- ✓ **UAV** (de Uniforme Administratieve voorwaarden en modelcontracten, voor de traditionele in bouwfasen opgeknipte contractering voor de realisatie fase)
- ✓ **UAV-GC** (de Uniforme Administratieve voorwaarden en modelcontracten, voor de geïntegreerde contractering voor de realisatie fase)



✓

✓ **FIGUUR 1 BIR KENNISKAART 4A SAMENGEVOEGD BIM JURIDISCHE ASPECTEN**

BIM biedt voordelen voor het samenwerken in de keten, omdat uniforme, gestandaardiseerde en gevalideerde digitale informatie gedurende de levenscyclus van een bouwwerk kan worden uitgewisseld. Deze vorm van

samenwerken sluit aan bij geïntegreerde bouwprocessen. De voordelen van BIM worden dan ook het snelst zichtbaar als BIM wordt toegepast in geïntegreerde bouwprocessen.

Hoewel projecten met een BIM een nieuwe manier van werken vragen, passen deze projecten binnen de huidige juridische kaders. Er is echter nog weinig jurisprudentie (uitspraken van de rechter) over het BIM beschikbaar. Er zijn voor de aannemer / installateur wel een aantal aandachtspunten aan te wijzen:

Aansprakelijkheid. Doordat het proces en de werkwijze wel door BIM veranderen, kan dat tot wijziging van de juridische positie van de diverse bouwpartners leiden. Fouten in het ontwerp zijn met een BIM duidelijk aan te wijzen. Hierdoor is het eenvoudiger een verantwoordelijke partij aan te wijzen mits alle inbreng van BIM-partijen goed afgebakend is.

Waarschuwingsplicht. Het werken met een BIM kent een hoge mate van detaillering in de ontwerpfase. Ook worden bij het goed toepassen van het werken met BIM uitvoerende partijen eerder betrokken in de ontwerpfase. Dit heeft gevolgen voor het elkaar tijdig waarschuwen op mogelijke fouten in het ontwerp. Hierdoor komt de waarschuwingsplicht sterker naar voren;

Intellectueel eigendomsrecht. Van wie zijn het datamodel en de onderliggende ontwerpgedachten? De huidige juridische regels voor intellectuele eigendom voldoen bij BIM. Doordat er een digitaal BIM-model wordt vervaardigd, levert dat echter wel meer vragen op met betrekking tot intellectuele eigendom. Twee aspecten verdienen daarbij extra aandacht. In de eerste plaats kunnen er door het gezamenlijk bouwen aan het BIMmodel gezamenlijke eigendomsrechten ontstaan. En het tweede betreft dat de digitalisering het makkelijker maakt voor eenieder om producten te vermenigvuldigen, te gebruiken en door te geven. Het is daarom eens te meer van belang om afspraken te maken en vast te leggen wie eigendoms- of gebruikersrechten (licenties) verkrijgen op eventueel ontstane intellectuele eigendommen.

Vooraf vastleggen van afspraken middels een BIM protocol

Een goed informatiemanagement is van belang bij het werken met informatie in een BIM model. Voor een deel wordt dit afgevangen door het opstellen van een BIM-protocol samenwerking. Hierin wordt aangegeven wie welke informatie beheert en op welke wijze.

Omdat het werken met BIM nog zo in ontwikkeling is en het niet direct duidelijk is wat de gesprekspartner bedoelt, is het belangrijk om de opdracht en de afspraken over BIM goed vast te leggen. Vaak is het voor eigenaren/gebruikers bijvoorbeeld niet nodig om de eigendom van alle gegevens te hebben. Voor beheer en gebruik kan vaak een licentie op het gebruik van de informatie volstaan. Hierbij moet worden bedacht dat gegevens ook moeten worden onderhouden, om up-to-date te blijven. In de opdrachtverlening moeten het op te leveren product (model en/of gegevens, eigendom of licentie) en de samenwerking dus goed worden beschreven. Daarbij moet duidelijk zijn wat ieders rol is en welke instrumenten en standaarden worden gebruikt. Als er een model wordt uitgevraagd moeten ook details over het model worden vastgelegd. BIM is een innovatie waarbij nog geen ingesleten patronen zijn ontstaan. Daarbij is BIM gebaseerd op een virtuele werkelijkheid die nog niet is gefixeerd/gedefinieerd. Dit betekent dat het werken met BIM in het contract en/of in een protocol, als bijlage bij het contract, nader moet worden geregeld. Van belang is dus te realiseren dat voor alle model-contracten geldt dat in de contractteksten en protocol(len) diverse BIM gerelateerde onderwerpen uitdrukkelijk moeten worden vastgelegd. Om valkuilen en risico's op juridisch gebied te beperken, heeft de BIR een checklist van onderwerpen waarover partijen afspraken moeten maken opgesteld,

De 1e stap op weg naar een BIM-protocol

Deze checklist (hoe samen te werken met/in een BIM) geeft onderwerpen weer waarover in het kader van BIM afspraken gemaakt kunnen worden. De onderwerpen in deze checklist zijn afgeleid van in de markt gebruikte BIM-protocollen.

1. Beschrijven project
2. Samenwerkingsafspraken
 - a. Benoemen contractuele kaders vanuit opdrachtgever
 - b. Waarvoor ga je BIM gebruiken? (informatieniveau en mate van betrouwbaarheid)
 - c. Nieuwe rollen
 - d. Verantwoordelijkheden BIM-rollen
 - e. Organisatie BIM team
 - f. Afspraken, werkmethoden, systemen en proces
 - g. Rangorde vastleggen (contract)documenten Rangorde vastleggen informatiedragers (beschrijving, tekening, model)
3. Afspraken over model
 - a. Structuur van Aspectmodellen
 - b. Bepalen analyses (type analyse)
 - c. Modelleringsafspraken
 - d. Vastleggen clash sessies en vastleggen bijeenkomsten uitwerken geconstateerde clashes
 - e. Informatie leveringsspecificatie (ILS), waarmee de opdrachtgever specificeert welke informatie in welk formaat aangeleverd moet worden na oplevering van het object.
4. Juridische aspecten (al dan niet te integreren in contract)

3.2 Duurzaam inkopen gebouwen

Maatschappelijk verantwoord inkopen (MVI) door de overheid is een belangrijk instrument om milieudoelstellingen te bereiken met betrekking tot klimaatverandering, gebruik van hulpbronnen en duurzame consumptie en productie van goederen en diensten in Europa. De minimumnormen voor energieprestaties zijn van toepassing op openbare gebouwen, deze worden op nationaal niveau vastgesteld op basis van een gemeenschappelijke EU-methode. Vanaf 1 januari 2019 moeten alle nieuwe gebouwen die eigendom zijn van en eigendom zijn van de overheid "bijna energie neutrale gebouwen" (beng) zijn (Richtlijn 2010/31 / EU betreffende de energieprestaties van gebouwen). De Europese energieprestatierichtlijn voor gebouwen stelt ook dwingende eisen met betrekking tot de renovatie van openbare gebouwen en aankoop of het aangaan van nieuwe huurovereenkomsten die aan de minimale energieprestatienormen moeten voldoen.

Duurzaam inkopen komt voort uit de activiteiten op het gebied van preventie van milieuverontreiniging. Duurzaam of groen inkopen vergelijkt prijs, technologie, kwaliteit en de milieu-impact van het product, dienst of contract. Groen

inkoopbeleid is van toepassing op alle organisaties, ongeacht de grootte. Groene inkoopprogramma's kunnen eenvoudig zijn zoals het kopen van duurzame energie of gerecycled kantoorpapier maar ook met meer impact, zoals het vaststellen van milieueisen voor leveranciers en aannemers.

"Groene" producten of diensten maken gebruik van minder middelen, zijn ontworpen om langer mee te gaan en minimaliseren hun impact op het milieu van wieg tot graf. Bovendien hebben "groene" producten en diensten minder impact op de gezondheid van de mens. Hoewel sommige 'groene' producten of services mogelijk meer kosten met zich meebrengen, besparen ze geld over de levensduur van het product of de service.

Voordat een duurzaam inkoopprogramma kan worden geïmplementeerd, moeten de huidige inkoopprocedures en het -beleid worden herzien en beoordeeld. Een levenscyclus analyse van de milieueffecten van producten of diensten is vereist en een reeks milieucriteria waartegen aankoop- en contractbeslissingen worden genomen, moet worden ontwikkeld. Het resultaat is een regelmatig herzien duurzaam inkoopbeleid dat is geïntegreerd in andere organisatieplannen, programma's en beleid. Een groen inkoopbeleid omvat prioriteiten en doelen, de toewijzing van verantwoordelijkheden, bevoegdheden en een communicatie- en promotieplan.

Duurzaam aankoopbeleid en -programma's kunnen uitgaven en verspilling verminderen; middelen efficiëntie verhogen; en invloed hebben op productie, markten, prijzen, beschikbare diensten en gedrag van organisaties. Ze kunnen ook landen helpen bij het voldoen aan multilaterale vereisten zoals het Verdrag van Parijs. ISO en andere instanties hebben richtlijnen opgesteld voor groene inkoopprogramma's.

Belemmeringen voor het implementeren van een groen inkoopprogramma zijn: gebrek aan direct beschikbare milieuvriendelijke producten; gebrek aan organisatorische ondersteuning; en onnauwkeurige of niet-ondersteunde milieuclaims van fabrikanten en leveranciers.

Wetgeving, organisatiebeleid, richtlijnen, milieubeheersystemen of multilaterale overeenkomsten vereisen steeds meer dat organisaties een groen inkoopprogramma uitvoeren.

Normen hebben een belangrijke rol bij het beïnvloeden van het ontwerp van producten en processen, en veel normen omvatten milieukeurmerken zoals materiaalgebruik, duurzaamheid of verbruik van energie of water. Verwijzingen naar technische normen inclusief de milieukeurmerken kunnen direct in uw specificatie worden gemaakt, zodat u het onderwerp op een duidelijke manier kunt definiëren. De aanbestedingsrichtlijnen verwijzen naar Europese, internationale of nationale normen en verschillende andere technische referentiesystemen als een van de middelen waarmee specificaties kunnen worden gedefinieerd. Wanneer naar een norm wordt verwezen, moet deze vergezeld gaan van de woorden "of gelijkwaardig". Dit betekent dat bewijs van naleving van een gelijkwaardige norm moet worden geaccepteerd. Dergelijk bewijs kan de vorm hebben van een testrapport of een certificaat van een conformiteitsbeoordelingsinstantie. Een inschrijver kan ook een beroep doen op een technisch dossier van een fabrikant indien hij niet binnen de relevante termijnen bewijs van derden kan verkrijgen om redenen die niet aan hem zijn te wijten. De opdrachtgever moet dan bepalen of hiermee wordt voldaan.

Gezien het milieu-, economische en sociale belang van de sector, zijn veel overheidsinstanties vastbesloten om te streven naar meer duurzame bouw. De belangrijkste milieueffecten hebben betrekking op het gebruik van gebouwen, en met name het energieverbruik. Andere belangrijke factoren om te overwegen zijn de materialen die worden gebruikt in de bouw, de kwaliteit van de lucht in het gebouw, het waterverbruik, de impact op het verkeer of het grondgebruik en de afvalproductie tijdens de bouwwerkzaamheden.

Gebouwen zijn zeer complexe systemen, bestaande uit een groot aantal onderdelen, die allemaal van invloed zijn op de algehele prestaties van de constructie. MVI-benaderingen zijn meestal gericht op het aanpakken van zowel de algehele prestatie van een gebouw als ook de milieukeurmerken van individuele componenten. Het verdient de

voorkeur om in juridische documenten of het BIM protocol in relatie tot kantoorgebouwen de navolgende aspecten voor maatschappelijk verantwoord inkopen door de overheid te betrekken.

- ✓ Neem selectiecriteria op voor projectmanagers, architecten en ingenieurs met ervaring in duurzaam bouwen, en voor aannemers;
- ✓ Specificeer minimumnormen voor energieprestaties;
- ✓ Neem maatregelen om de prestaties in elke fase van het inkoopproces te verbeteren en te garanderen. Overweeg extra punten te geven tijdens het toewijzen van contracten voor prestaties die verder gaan dan het minimum;
- ✓ Bij het specificeren van materialen, criteria opnemen om het beoogde milieueffect en middelengebruik te verminderen;
- ✓ Geef de voorkeur aan ontwerpen met systemen met een hoog rendement of met hernieuwbare energie;
- ✓ Geef belang aan de luchtkwaliteit binnenshuis, natuurlijk licht, comfortabele werktemperaturen en voldoende ventilatie;
- ✓ Installeer fysieke en elektronische systemen om de voortdurende verlaging van energieverbruik, watergebruik en afval door facility managers en gebruikers te ondersteunen;
- ✓ Neem contractbepalingen op met betrekking tot de installatie en inbedrijfstelling van energiesystemen, afval- en materiaalbeheer en de bewaking van de binnenluchtkwaliteit;
- ✓ Geef contractanten de verantwoordelijkheid binnen het contract voor het trainen van gebruikers van het gebouw op duurzaam energiegebruik en voor het bewaken en beheren van energieprestaties gedurende meerdere jaren na de bouw.

3.2 / 3.3 BIM Training

Wanneer architectuur- en ingenieursbureaus praten over BIM-training, dan denken ze vooral aan het trainen van BIM modelleurs- mensen die dag in dag uit BIM-programma's gebruiken, die hun vaardigheden scherp moeten houden en op de hoogte blijven van technische ontwikkelingen. Ingenieurs, architecten en projectmanagers hebben ook BIM-vaardigheden nodig om effectief met de rest van het ontwerpteam te kunnen communiceren, intensiever te kunnen samenwerken en om deadlines te halen. Omdat je niet dezelfde training voor alle BIM-rollen kunt verwachten, zijn hier acht BIM-trainingstips voor het ontwerpen van een programma om daarmee iedereen op weg te helpen met BIM.

1. Stel duidelijk omschreven doelen. Elk succesvol programma moet welomschreven doelen hebben: Expertise of alleen een basisbegrip van BIM.
2. Kies verstandig de relevante onderwerpen voor de doelgroep.
3. Plan uw trainingsschema: Wanneer moeten trainingen worden gegeven, voor hoelang en welk vorm (cursussen, e-learning cursussen, workshop, ...). Bedenk dat een hele reeks van standaardlezingen waarschijnlijk niet het gewenste effect zal hebben. Daarom is het aan te raden om lezingen, discussies en hands-on sessies te mixen om ook praktische ervaring mee te geven met het gebruik BIM-programma's.
4. Creëer betrokkenheid: Nodig uit tot actieve deelname. Vraag vooraf om input over de inhoud van het curriculum, spreek individuen aan tijdens groepsdiscussies en moedig iedereen aan om vragen te stellen. Zo krijg je een gevoel van eigenaarschap van de materie en verhoog je de effectiviteit. Het helpt ook mensen eraan te herinneren waarom ze hier zijn, wat het doel is.

5. Stel de voorkennis vast, vraag om specifieke voorkennis. Het is zeer waarschijnlijk dat er mensen in trainingssessies van uit verschillende kennisniveaus starten. Het verdient aanbeveling om experts en niet-experts op te splitsen.
6. Maak het programma on-demand. Het samenstellen van een BIM-trainingsprogramma vergt veel voorbereidingstijd, maar die moeite loont gelukkig snel: als je het materiaal modulair hebt opgezet.
7. Bevorder permanente opleiding, herhaal zonder regelmatige opfrissen van de opgedane kennis vervliegt Net als bij een vreemde taal: als je het een tijdje niet spreekt, verlies je je woordenschat en de spreekvaardigheid.
8. Houd contact met elkaar, nadat de formele BIM-training voorbij is. Houd de gebruikers betrokke, b.v. in de vorm van een gebruikersgroep.

Het bieden van BIM-training voor ontwerpers en projectmanagers is geen triviale onderneming, maar met planning en inspanning kunt u uw hele organisatie helpen de voordelen van BIM te begrijpen.

3.4 Samenwerken ondersteunt door BIM

BIM is een collaboratieve benadering van constructie, waarbij de verschillende disciplines worden geïntegreerd om een object te bouwen in een virtuele en visuele omgeving. De essentie van BIM-implementatie is een samenwerkingsproces in het gehele bouwproces. Daarom zouden projectdeelnemers maximaal profijt kunnen behalen door goede samenwerkafspraken te maken. Werkafspraken die de efficiëntie en effectiviteit verhogen. Het proces stelt het projectteam in staat effectief te werken, door alternatieven te kunnen onderzoeken, maar met name bij het vroegtijdig signaleren van potentiële problemen, voordat deze op locatie gerealiseerd worden.

Het BIM dient als een samenwerkingsplatform voor alle belanghebbenden om hun kennis en informatie te delen. Voldoende informatie verhoogt de effectiviteit van de communicatie. Effectieve communicatie stelt belanghebbenden in staat om nauwkeurige, up-to-date informatie uit te wisselen met besluitvormers om daarmee de juiste beslissingen te kunnen nemen.

BIM is een gedeelde virtuele representatie van de werkelijkheid, gebruikmakend van open standaarden voor interoperabiliteit. Het vereist een intensieve samenwerking om het gezamenlijke voordeel van een BIM-implementatie te kunnen realiseren en zo het rendement van de investeringen van alle belanghebbenden te maximaliseren. Het is belangrijk om te weten dat het BIM-project een specifiek proces van toepassing is, dat bestaat uit transacties met gegevens, informatie en kennis. Een succesvol BIM-project is in hoge mate afhankelijk van effectieve samenwerking tussen projectdeelnemers, inclusief eigenaren en instanties.

BIM wordt een manier van werken, die vereist uitdagingen op het gebied van samenwerking, integratie en coördinatie in de bouw aan te gaan. Veel studies bevelen de bouwsector aan om te evolueren naar meer geïntegreerde vormen van samenwerken, zoals Integrated Project Delivery (IPD). Geïntegreerde contracten richten zich met name, om de project doelen te realiseren, juist op een sterkere samenwerking en effectievere communicatie. Het is bewezen dat BIM de samenwerking en het delen van informatie verbetert door de traditionele bouwprocessen meer op elkaar af te stemmen en aan te passen. Maar ook de veranderende rollen van belangrijke partijen, nieuwe contractuele relaties en de opnieuw ontworpen procesuitdagingen moeten dan worden overwonnen.

Verder geven studies aan dat coördinatie problemen de op èèn na grootste negatieve impact hebben op projectprestaties na software gerelateerde problemen in 35 BIM bouwprojecten.

Samenwerken vraagt andere vaardigheden. Weinig onderzoek toont de complexiteit van samenwerking bij de implementatie van BIM. Alle projectdeelnemers moeten overtuigd zijn van het gezamenlijke project ambitie en transparant omtrent hun eigen belang (eisen van het moederbedrijf). Een goed samenwerkingsproces is een van de sleutelfactoren voor BIM-succes. Het volledige potentieel van BIM kan dan worden gerealiseerd door rekening te houden met kennis, technologie en relaties. Veel onderzoek richt zich op de BIM-technologie en het informatie management (hard skills). Weinig onderzoek heeft betrekking op het belang van de benodigde soft skills om het samenwerkingsproces voor BIM-implementatie succesvol te laten zijn.

BIM samenwerking framework, zoals onderstaande model van BIM-samenwerking geeft zijn gecategoriseerde factoren heeft.

suggereert dat elk van de determinanten

De vier randvoorwaarden voor succesvolle samenwerkende teams zijn, professionele kennis, samenwerkingsvaardigheden, houding en gedrag en BIM-acceptatie.

Professionele kennis in BIM-project is een combinatie van de specifieke vakkennis en de kennis van BIM. **Samenwerkingsvaardigheden** in organisaties evolueren op basis van ervaringen van samenwerking met eerdere partners. Synergie in de bijdragen vanuit de diverse disciplines in het team zorgen voor ontwikkelen van samenwerking competenties. **Houding en gedrag**: Samenwerkingsvaardigheden verwijzen naar de ervaring van samenwerking met anderen en de individuele sociale vaardigheden met andere teamleden in een projectorganisatie. Houding en gedrag zijn bij het leren toepassen van BIM zijn essentieel. Vertrouwen is de belangrijkste succesfactor, wederzijds respect en gemeenschappelijk begrip kenschetst de juiste teamleden. Er is weinig aandacht voor culturele kwesties, culturele verschillen bestaan wel, maar dit heeft geen invloed op de vorming van een gezamenlijke projectorganisatie. De **BIM-acceptatie** is de perceptie dat het gebruik van BIM en de motivatie om samen te werken met andere professionals binnen BIM-context resulteert in betere resultaten. Wanneer een innovatieve technologie zoals BIM gebruikt, veroorzaakt de acceptatie nieuwe uitdagingen voor de organisatie, inclusief werkprocessen en rolverdelingen.

De samenwerking ingrediënten voor een succesvol samenwerkend team zijn, BIM-team kenmerken, BIM-omgeving en BIM-processen.

BIM team kenmerken Professionals in de bouwsector werken samen in een project als een tijdelijke organisatie om bouwprojecten te leveren, ze hebben voldoende ervaring om de culturele barrières te doorbreken en een gemeenschappelijke overeenkomst met elkaar op te bouwen. **Omgevingscondities** beïnvloeden het succes van samenwerking tussen organisaties. Nog weinigen zien het belang van het benoemen van deze condities van de continu samenwerkingsomgevingen over projecten heen. De mate van ondersteuning die individuen van hun (moeder)organisatie ontvangen, kan hun bereidheid bepalen om hun tijd en middelen aan het project bij te dragen. **Processen**: In BIM-enabled projecten varieert BIM-volwassenheid van projecten en organisaties. Soms wordt de volwassenheid van BIM ook beperkt door de technologie zelf. Contractstrategie is een belangrijke modererende variabele in BIM-samenwerking. Dit zal direct het succes van de BIM-implementatie als geheel leiden. In de praktijk zien we dat BIM toepassing onderdeel is van een traditionele inkoopstrategie, zoals design-bid-build, waardoor BIM b.v. als een visualisatietool in de eerdere aanbestedingsfase wordt geëlimineerd. De situatie verandert echter aanzienlijk in een integrale contractomgeving. Professionals werken

dan samen als een team en zijn meer bereid om samen en creatief te communiceren en problemen op te lossen. Ten slotte zal een operationeel platform met de juiste technologie professionals helpen met communiceren en samenwerken. Zowel formele als informele communicatie zijn cruciaal voor het welslagen van de projectlevering. Besluitvorming is sterk afhankelijk van het samenwerkingsproces en de ervaring van deelnemers en kan de individuele tevredenheid en betrokkenheid vergroten. Omdat die onzekerheid en conflicten zich voordoen in het bouwproces, is besluitvorming in een samenwerkingsproces belangrijk. Wanneer een project een hoog niveau van samenwerking heeft en deelnemers bereid zijn informatie te delen en te communiceren, neemt het aantal conflicten af.

BIM-protocol wordt als prioriteit benoemd voordat BIM wordt geïmplementeerd; een goed protocol kan borgen dat de projectdoelen worden nageleefd, kan de onzekerheid verminderen en de rol en verantwoordelijkheid van de meeste BIM-projecten verduidelijken. Verder wordt een protocol geïdentificeerd als de sleutel tot het informatiebeheer omdat het protocollen voor interoperabiliteit, mijlpalen voor het leveren van projecten, nauwkeurigheid van nulpunten en andere details bevat. Het protocol specificeert rollen en verantwoordelijkheden voor teamleden en maakt BIM-samenwerking succesvol.

Veel onderzoekers meten tijd, kosten en kwaliteit als de meetlat om de projectprestaties tegen af te kunnen zetten. Ze testen verschillende vormen van samenwerken afgezet tegen de projectprestaties en stellen vast dat een hoger niveau van gezamenlijk werken leidt tot hogere niveaus van projectprestaties. Andere onderzoekers zeggen ook dat werkrelaties een positief effect hebben op de projectprestaties in termen van projecttijdskosten en kwaliteit.

4. Module 4 – Gebruik van BIM technologie

4.1 Duurzame bouwsector

Bouwactiviteiten en gebouwen hebben negatieve gevolgen voor het milieu vanwege het landgebruik, het verbruik van grondstoffen, water, de productie van energie en afval en de daaruit voortvloeiende luchtmissies. Globaal zijn gebouwen verantwoordelijk voor:

- X 40% van het jaarlijkse energieverbruik;
- X Geëxtraheerde steengroeven en mineralen 30%;
- X 30% - 40% van de CO₂-uitstoot. Huishoudens en diensten zijn de eerste uitstoters van CO₂-emissies;
- X 12% van het waterverbruik;
- X RC & D: 40% totaal geproduceerd afval (92% sloop en 8% constructie); X 42% energieverbruik - verwarming en verlichting van gebouwen vormen het grootste deel van het energieverbruik (70% voor verwarming);
- X 22% bouw- en sloopafval (per gewicht);
- X 35% broeikasgasemissies;
- X 50% geëxtraheerde materialen (per gewicht);
- X Gebouwen bezetten 10% van de ruimte.

Momenteel woont 80% van de Europese bevolking in stedelijke gebieden en mensen brengen meer dan 90% van hun leven door in de gebouwde omgeving (rekening houdend met het huis, op de werkplek, op school en in de vrije tijd). Het welzijn en comfort van de mensen wordt grotendeels beïnvloed door deze omgeving, daarom hebben bouwactiviteiten en gebouwen ook invloed op de menselijke gezondheid.

De duurzame ontwikkeling werkt door gedurende de hele levenscyclus van het gebouw en heeft als doelstellingen:

- verbruik van hulpbronnen verminderen (water en energie besparen);
- hergebruik van middelen tijdens de renovatie of verwijdering van bestaande gebouwen of gebruik van recyclebare bronnen van nieuwe gebouwen. Het verkeerde milieubeheer van de site moedigt de productie aan van afval dat had kunnen worden voorkomen;
- toxische stoffen elimineren en zorgen voor de gezondheid van gebouwen, toepassing van
- natuurbescherming (beperking van de klimaatverandering, biodiversiteit, ecosysteemdiensten);
- leg de nadruk op de kwaliteit van de gebouwen, waarbij de duurzaamheid wordt gemaximaliseerd, omdat het in het algemeen duurzamer is bestaande gebouwen te renoveren dan te slopen en nieuw te bouwen;
- gebruik eco-efficiënte materialen (zonder verwerking) en lokale materialen;
- het verhogen van het comfort (verhoging van de kwaliteit van buitenruimten en binnenlucht). Het is algemeen bekend dat de bouwsector een sleutelsector is voor het bereiken van duurzame ontwikkeling. Daarom zijn systemen voor beschrijving, kwantificering, beoordeling en certificering van duurzame gebouwen op internationaal niveau en in Europa ontwikkeld. CEN / TC350 "Duurzaamheid van bouwwerken" - heeft tot taak de Europese reeks regels voor de duurzaamheid van bouwwerken vast te stellen.

De keuze van een bouwtechniek, component en constructiemateriaal is over het algemeen gebaseerd op criteria zoals functionaliteit, technische prestaties, esthetiek, economische kosten, duurzaamheid en onderhoud. Desalniettemin houdt deze keuze geen rekening met de effecten van milieu en menselijke gezondheid.

Duurzaam bouwen zorgt ervoor dat de sociale, economische en milieuaspecten in de hele levenscyclus van een gebouw in aanmerking worden genomen: van winning van grondstoffen tot ontwerp, constructie, gebruik, onderhoud, renovatie en sloop. Opknappen van een woning leidt onvermijdelijk tot het genereren van afval. Er moeten echter drie belangrijke richtsnoeren worden gebruikt om de hoeveelheid afval te beperken:

- Preventie - beperking van bouwafval. Dit geldt ook met betrekking tot de toekomstige transformatie of sloop van het gebouw;
- Bevordering van recycling en hergebruik van sloopafval door het sorteren van het afval op de bouwplaats;
- Wanneer recycling niet mogelijk is, dan eliminatie door: verbranding met terugwinning van energie en het afval naar de stortplaats brengen.

De maatregelen die moeten worden genomen om de gevolgen voor het milieu en de volksgezondheid tijdens bouw- en sloopafval te beperken, worden hieronder opgesomd:

- Geef de voorkeur aan werk met standaardafmetingen en geprefabriceerde componenten in het bouwproces;
- Geef de voorkeur aan mechanische bevestigingssystemen (met schroeven en spijkers) die gemakkelijk kunnen worden gedemonteerd en gesorteerd, en met een hoge mate van recycling - vermijd bevestigingssystemen met lijm, cement, lassen en andere kleefstoffen;
- Gebruik materialen of producten uitsluiten van bouwproductie van gevaarlijk afval;
- Overweeg het hergebruik van bepaalde materialen in situ, zonder voorafgaande behandeling;
- Beoordeel nauwkeurig de hoeveelheid afval geproduceerd op de bouwplaats (constructie en demontage) per type gebruikte materialen en de hoeveelheid geproduceerd afval voor de duur van de bouwplaats.

De mensen die het meest worden blootgesteld aan stoffen en emissies van deze stoffen zijn:

- Werknemers die de bouwmaterialen produceren
- Werknemers die de bouwmaterialen gebruiken
- Gebruikers van het gebouw
- Werknemers die sloopwerkzaamheden verrichten

De primaire emissies van materialen zijn direct na de productie hoog, nemen in de eerste zes maanden met 60 tot 70% af en verdwijnen grotendeels een jaar nadat ze zijn opgenomen of gebruikt (zoals biociden, fungiciden, bepaalde oplosmiddelen, vluchtige organische stoffen). De secundaire emissies kunnen blijven bestaan en zelfs toenemen. Voor een efficiënt gebruik van het gebouw moet het nieuwe nZEB's bouwen en bestaande gebouwen renoveren als "passieve huizen", waardoor de thermische isolatie wordt verbeterd, koudebruggen worden beperkt, luchtdichtheid wordt verbeterd, ramen van uitstekende kwaliteit worden gebruikt, ventileert met efficiënte warmteterugwinning en efficiënte warmteontwikkeling en gebruik van hernieuwbare energiebronnen. De integratie van het begrip duurzame ontwikkeling in woningbouw en architectuur in het algemeen heet: "Duurzame bouw".

4.2 4D en 5D BIM-technologieën

BIM-modellen zijn het resultaat van de aggregatie van meerdere lagen van informatie, van eenvoudige geometrie tot informatie met betrekking tot onderhoud of activabeheer. Elk van deze "informatielagen" staat meestal bekend als een "BIM-dimensies", zodat we verwijzingen kunnen vinden naar BIM 4D-, 5D-, 6D-, enz. -modellen. In het specifieke geval van BIM 4D-modellen is de informatielaag in het model de representant welke gerelateerd is aan planning en tijdbeheer.

4.2.1 4D fase planning

Gantt-diagrammen zijn al lange tijd een belangrijk onderdeel van projectplanning, maar schieten tekort aangaande het kunnen visualiseren van de projectplanning. De meeste bouwers investeerden meer dan tien jaar geleden in hun eerste projectplanningssysteem en zijn een essentiële tool geworden voor projectmanagement. BIM-oplossingen aan de andere kant zijn relatief nieuw. Rijk aan informatie, BIM modellen bieden architecten een schat aan ontwerpgerichte taken, energieanalyse, lichtinvalstudies en specificatiebeheer, om er maar een paar te noemen. Gezien het succes van BIM in het ontwerpdomein, zijn bouwbedrijven zich nu gaan richten op het bouwen van informatiemodellen voor eigen gebruik, zoals analyse van de constructie, logistieke coördinatie, kwantificering, kostenraming, enzovoort. Een van de meest voor de hand liggende bouwtoepassingen voor BIM is waar ontwerp en de bouw voor het eerst samenkomen: de bouwplanning.

BIM 4D bouwplanning is een activiteit die gedurende bouwphase continue de voortgang van een bouwproject te bewaakt en waar nodig bijstuurt, zich dynamisch weet aan te passen aan de "situatie ter plaatse." Uiteraard vormt het ontwerp van een gebouw de kern van het projectplan en door planningsgegevens toe te voegen aan een 3D-BIM-model (het gebouwwontwerp) kunt u een 4D-gebouwinformatiemodel maken, waarbij tijd de 4e dimensie is. 4D-modellen bevatten planningsgegevens, zoals de begin- en einddatum van een object of bouwdeel met hun gerelateerde wel / niet kritieke activiteiten.

Daarom kan schematisch een 4D BIM-model worden gedefinieerd als het resultaat van de integratie van twee informatielagen, geometrie van constructieve elementen en een lijst met taken of activiteiten (met de bijbehorende doorlooptijden en afhankelijkheden). Deze taken zijn zichtbaar te maken door het gebruik van een specifieke softwaretool. Het resultaat is een geïntegreerd model dat, b.v. vanuit het oogpunt van duurzaamheid, goed in lijn met de bouwconcepten die certificeringen als BREEAM, LEED of GREEN overwegen. Het betreft dan,

- de planning van het bouwproces van het project en
- de planning van de bouwplaats zelf en de impact op daarvan de directe omgeving.

Focus op de eerste hiervan, de constructievolgorde van het project, middels gebruik van tools en methodologieën op basis van BIM 4D-modellen biedt een overall overzicht van het gebouw voor de technici die belast zijn met het bewaken van het uitvoeringsproces. Toegang tot al deze informatie en vooral de mogelijkheid om verschillende bouwscenario's te simuleren, maken 4D BIM-planning een integraal hulpmiddel voor het verbeteren van bouw tijden, het verminderen van verstoringen tussen disciplines en het optimaliseren van de logistiek en inbedrijfstelling van verschillende onderdelen. Vooral die bouw delen, vanwege hun bijzondere impact op de energieprestaties van gebouwen, is het van belang om de correcte uitvoering ervan te controleren en te verifiëren. Zo biedt een 4D-BIM-model een intuïtieve interface voor het projectteam en andere stakeholders om eenvoudig de montage van een gebouw in de loop van de tijd te visualiseren. Het maakt 4D-constructiesimulatie mogelijk, een belangrijk planningsinstrument tijdens preconstructie om verschillende opties te evalueren. 4D-storyboards en animaties maken BIM zo tot een krachtige communicatietool en geven architecten, bouwers en hun klanten een gezamenlijk beeld van

projectstatus, mijlpalen en bouwplannen. Teams beginnen meestal met het ontwikkelen van 4D-modellen door de planningsdatums van het projectplan handmatig in te delen op de modelcomponenten. Die inspanning helpt hen het plan te verbeteren en hun manier van communiceren met het hele team te verbeteren. Later, als ze hun vaardigheden uitbreiden, koppelen ze programmatisch het activiteitschema aan het model, om tijd te besparen en hun vermogen om verschillende opties voor de bouwvolgorde te evalueren te vergroten.

Als aanvulling op deze gedetailleerde bouwplanning, vinden we de bouwplaats planning van de directe omgeving van het werk, waar simulatie- en controle-instrumenten op basis van 4D-BIM-modellen ons in staat stellen om precies 3 belangrijke aspecten van de milieu-impact van de systemen te controleren en te simuleren.

- Het gebouw: de voorraden en werkzones,
- De veiligheid en gezondheid op de werklocatie (routes, risicozones, enz.) en
- Het bouwafvalbeheer (bestuderen van hoeveelheden, soorten, locaties gedurende het bouwproces).

Het is mogelijk om verschillende benaderingen te gebruiken voor het koppelen van een BIM-model aan een projectplan. Eerste optie betreft het exporteren van BIM-data vanuit het BIM-model naar de Project Management-software (Deze software visualiseert dan in een gespecialiseerde 3D / 4D-visualisatieomgeving gekoppeld aan een projectplan). Tweede optie betreft het kiezen voor specifieke planning add-on's op de bestaande BIM-software. (De BIM software visualiseert de planning informatie)

Samenvattend stelt het gebruik van BIM 4D-modellen ons in staat om planning buiten het Gantt-diagram te begrijpen en te visualiseren, met afhankelijkheden, inzichtelijk kunnen maken van alternatieven en kunnen anticiperen op mogelijke conflicten tijdens ingebruikname; Kortom, het is een geschikt hulpmiddel voor het beter kunnen plannen en communiceren en daarmee efficiënter en duurzamer te bouwen.

4.2.2 5D Kostenraming

Kostenraming is nog een ander aspect van het bouwproces dat kan profiteren van informatie beschikbaar in het BIM-model. Het ontwerpen van een gebouw is de verantwoordelijkheid van architecten, terwijl het beoordelen van de kosten om het te bouwen het domein is van kostendeskundigen.

Bij het opstellen van hun kostenramingen beginnen de kostendeskundigen meestal met het digitaliseren van hoeveelheden vanaf de papieren tekeningen van de architect, of met het importeren van hun CAD-tekeningen in een softwarepakket voor maken van een kostenraming. Al deze methoden introduceren de kans voor het maken van fouten en het verspreiden van eventuele onnauwkeurigheden.

5D is die dimensie van het 3D-BIM-model die expliciet inzicht en informatie levert voor de schatting van de kosten. In het 3D-BIM model wordt de variabelen geïntroduceerd voor de waardering van de kosten van het project om deze te beheersen en kosten te schatten (de prijs toewijzen aan de verschillende objecten of gemodelleerde elementen).

Door een BIM-model te gebruiken in plaats van tekeningen, kunnen de hoeveelheden direct vanuit het onderliggende model worden gegenereerd. Daarom is de informatie altijd consistent met het ontwerp. En wanneer er een verandering wordt aangebracht in het ontwerp, bijvoorbeeld een kleinere raamgrootte, wordt de wijziging automatisch doorgevoerd naar alle gerelateerde constructiedocumentatie, schema's en hoeveelhedenstaten die door de kostendeskundige worden gebruikt.

De tijd die de kostendeskundige besteedt aan hoeveelhedenbepaling varieert per project, maar misschien wordt 50-80% van de tijd die nodig is om een kostenraming te maken, alleen besteed aan kwantificering van de hoeveelheden. Zo kan men onmiddellijk het enorme voordeel inzien van het gebruik van een BIM-model voor kostenraming. Als u het

uittrekken van de hoeveelheden niet hoeft te doen, kunt u veel tijd besparen, kosten besparen en de kans op menselijke fouten verkleinen.

Door de vervelende taak van hoeveelheden bepalen te automatiseren, laat BIM de kostendeskundigen hun tijd gebruiken voor project specifieke factoren met een hogere waarde, het ramen van samengestelde constructies, het genereren van prijzen, bepalen van complexiteit en risico's bepalen, die essentieel zijn voor kostenramingen van hoge kwaliteit.

De toegepaste 5D-BIM-modelleertools voorzien in het steeds nauwkeuriger kunnen inschatten van de kosten van realisatie in de ontwerpfase. Daardoor wordt het mogelijk om meerdere ontwerpalternatieven naast elkaar te kunnen analyseren. De verschillende alternatieven in termen van efficiëntie kunnen worden onderzocht en gesimuleerd (d.m.v. conceptuele analyse van energiestromen, evaluaties van thermische prestaties, analyse van lichtinval, evaluaties van energie-efficiëntie, analyse van verlichting, enz.) De wijzigingen in het ontwerp die in het BIM-model worden weerspiegeld, kunnen getoetst worden aan het gegenereerde budget en onmiddellijk kunnen worden bijgewerkt.

Er zijn verschillende manieren om hoeveelheden (objecten, materialen) uit een bouw-informatiemodel naar een systeem voor kostenraming te halen. Breed scala aan technische integraties omvat:

- Application Programming Interface (API) voor commercieel beschikbare ramingssoftware van leveranciers met een directe koppeling tussen het ramingsysteem en de BIM Modeling-software. Vanuit de BIM-software wordt de betreffende ramingsinformatie ter beschikking gesteld. De ramingssoftware heeft altijd up-to-date informatie ter beschikking
- Bestandsuitwisseling (XML of CSV / Excel) De data, vaak hoeveelhedenoverzichten, worden door de BIM-software aangeboden aan de ramingssoftware. Dat geschiedt op basis van een export – import mechanisme op een specifiek moment. In geval van een XML bestand is de data zelf beschrijvend. In de ramingssoftware worden de hoeveelheden gekoppeld aan normen en prijzen/tarieven.

Er zijn geen goede of verkeerde benaderingen - elke integratiestrategie is gebaseerd op de kostenbepaling werkstroom die door een specifiek bedrijf wordt gebruikt, de raming / calculatieoplossingen die ze hebben, de prijsdatabases die ze gebruiken, enzovoort.

We mogen niet vergeten dat, hoewel de energie-prestatie van gebouwen als einddoel de besparing van natuurlijke hulpbronnen, de vermindering van de CO₂-voetafdruk vereist, de realiteit is dat de projecten ook moeten voldoen aan de criteria van bedrijfsefficiëntie, dat wil zeggen vermindering of minstens vergoeding van te maken kosten.

De BIM-methodologie in het algemeen en de BIM 5D in het bijzonder, biedt ons de tools zodat deze beslissingen kunnen worden genomen op basis van betrouwbare gegevens die bovendien vroegtijdig ter beschikking staan. Daarnaast is de vermindering van risico's een van de grootste successen van de BIM-methodiek; hierdoor kunnen de best mogelijke beslissingen worden genomen op de meest geschikte momenten van het bouwproces.

5. Module 5 –Analyseer het BIM model

5.1 Simulatietechnieken en analyse van energie en licht(verlichting)

Het is erg belangrijk in het ontwerp (voor zowel nieuwbouw als renovatie) niet alleen de eisen voor energieprestatie mee te nemen, maar ook welke gegevens er nodig zijn voor een goede energieprestatiesimulatie.

Elk gebouw moet opgedeeld kunnen worden in verschillende “zones”, zodat inzicht verkregen kan worden in de gewenste temperatuur, luchtverplaatsing, etc. (naast de warmteweerstand van de objecten, zoals muren, plafonds, ramen, etc.). Hoe meer (betrouwbare) data beschikbaar is, hoe beter de resultaten van de simulatie. Voornamelijk bij renovatie en ingrepen in de bestaande bouw is het noodzakelijk het gedrag van de gebruikers te kennen om een zo goed mogelijke simulatie te krijgen.

Een goede energieanalyse van een gebouw begint bij het vertalen van een (geometrisch) 3D-model naar een voor analyse geschikt model. Allereerst moeten alle ruimtes geconverteerd worden naar ‘rooms’. In BIM worden ‘rooms’ gebruikt voor zones die nog gedefinieerd moeten worden. Een thermische zone bijvoorbeeld is een volledig omsloten ruimte die begrensd wordt door z’n vloeren, wanden/muren, plafonds/daken en is de basiseenheid voor het berekenen van warmtelast. De reikwijdte van een ‘room’ beslaat de som van de begrenzendende elementen (vloeren, muren, etc.). Als een ‘room’ vastgesteld is voor het uitvoeren van een energieprestatieanalyse, worden de begrenzendende elementen geconverteerd naar (geometrische) 2D-oppervlakken. Echter, balkons en afdaken (die geen ‘room’ hebben) worden gezien als platte oppervlakken (‘shading surfaces’). Om te bepalen of een ‘room’ internal of external is, moet gekeken worden naar de naastliggende ‘rooms’. Door de ontwikkelde plug-in in de modelleersoftware te laden kan het model zo omgezet worden voor gebruik in de energieanalyse software (via gbXML en IFC).

Om de aangeleverde data goed te kunnen testen, moet een zorgvuldig vergelijk gemaakt worden. Het aangeleverde gebouwmodel (basismodel) wordt gecheckt op gebruikte materialen, diktes, geometrie (oppervlaktes en volumes), gebouwfaciliteiten, locatie en bouwtype. Alle inputvariabelen worden als constant beschouwd in het basismodel, terwijl voor het testen steeds één aanpassing per keer wordt gedaan.

Het platform biedt een goede basis voor het nemen van beslissingen (Decision Support System: DDS) ter ondersteuning van het ontwerpteam. Zij beslissen op basis van vooraf gestelde criteria (energieverbruik, milieu-impact, bedrijfskundige aspecten) welke elementen en materialen vanuit duurzaamheidsoogpunt het meest geschikt zijn. Zo kunnen zij van hun ontwerpkeuzes een inschatting maken van de consequenties op het gebied van duurzaamheid. Het DO zal dan doordacht en doorgerekend zijn op het gebied van energie, daglicht/verlichting, LCA en milieu-impact. Het zal ook een BREEAM of LEED-score bevatten tezamen met een kostenschatting. De BREEAM en LEED-systematieken (Leadership in Energy and Environmental Design) zijn wereldwijd de meest gebruikte certificatiesystemen voor groene gebouwen. Ze zijn ontwikkeld door de organisaties Building Research Establishment (BRE) U.S. Green Building Council (USGBC) en bevat een beoordelingssystematiek voor het ontwerp, de bouw en het gebruik/onderhoud van groene gebouwen en draagt daarmee bij aan bewustwording van duurzaamheid (verantwoordelijkheid) en gebruik van grondstoffen en energie.

- **Energiemodellen:** Dit soort BIM-modellen pakt alle grote vraagstukken op. Vaak wordt een energiemodel zo vroeg mogelijk in de analyse gebruikt. Het helpt met de interpretatie van de basisinformatie, zodat een beeld verkregen kan worden van de vorm en oriëntatie van het gebouw. Dit gebeurt veelal op basis van een geometrisch model, omdat verdere detaillering later komt.
- **Lichtmodellen:** Dit soort modellen gaan voornamelijk om het visuele aspect en zijn doorgaans veel gedetailleerder dan energiemodellen. De geometrie bevat meer detail en wordt gebruikt om de eigenschappen van de materialen te bepalen. Dit model helpt eveneens om precies te bepalen wat nodig is en hoe alles op elkaar afgestemd wordt. Normaal gesproken is dit het model wat aan de klant gepresenteerd wordt.

Bij lichtmodellen is het belangrijk dat de volgende parameters aanwezig zijn voor een goede opzet:

- Ruimtelijke geometrie
- Oppervlakte weerkaatsing
- Fotometrische aspecten
- Positie en richting van lichtbronnen

Een (nieuw) onderdeel in lichtmodellen is de mogelijkheid om lichtopbrengst (uit zonlicht en verlichting) in een ruimte te simuleren op een gewenst moment tijdstip, datum en locatie. De “All-Weather Sky”-methode maakt gebruik van historische weerdata om een benadering van de weersomstandigheden te simuleren op een bepaalde datum, tijd en locatie.