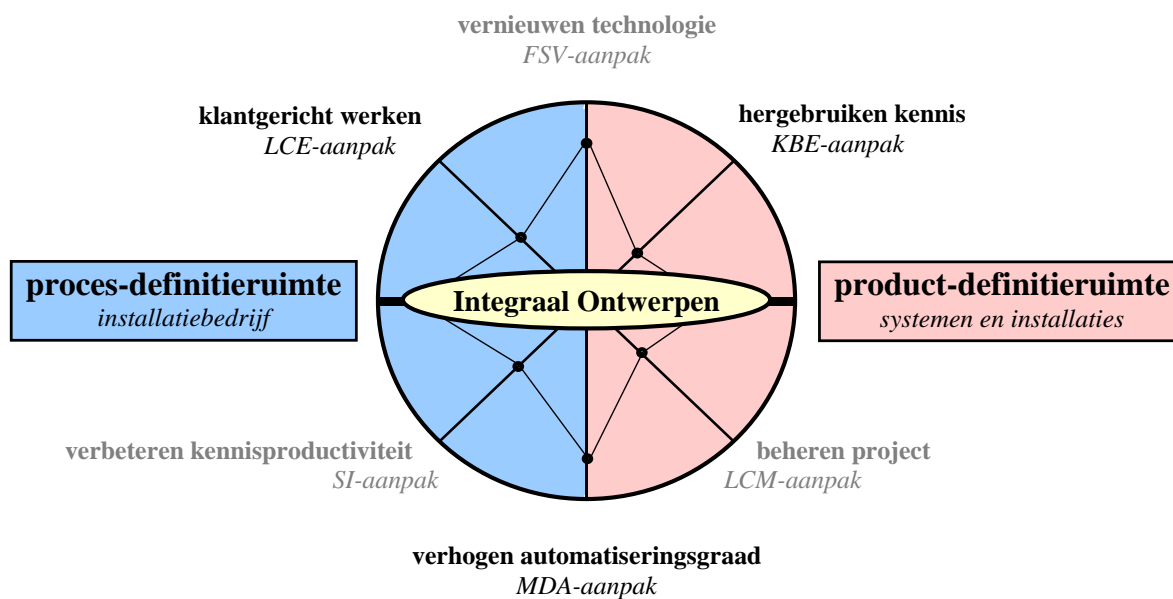


Integraal Ontwerpen



Anders werken in de Installatietechniek;

kennis vastleggen en hergebruiken met inzet van een virtueel installatiebedrijf (VIB).



Waarom anders werken in de installatietechniek?

Het informatietijdperk en de transformatie naar een kenniseconomie vereisen ook in de installatietechniek een nieuwe vorm van werken. Het vraagt om een aanpak waarin kennis gebundeld wordt om innovatiever te kunnen werken. Binnen het nieuwe werken ligt de focus op het klantgericht werken (toegevoegde waarde meeleveren over de totale levenscyclus van de installatie), het verbeteren van de kennisproductiviteit (sociale innovatie door verbeteren van kwaliteit van de arbeid en organisatie), hergebruiken van ontwerp-kennis (ontwerp-kennis vastleggen in engineeringdatabases), beheren van projecten over de levenscyclus (installatiegegevens vastleggen in databases), toepassen nieuwe technologie (gebaseerd op functiedenken) en het verhogen van de automatiseringsgraad (modelgedreven architectuur). Door een goede samenwerking, hergebruik van kennis en integratie van processen verloopt het proces soepeler en wordt een hogere arbeidsproductiviteit bereikt. Door de nieuwe aanpak binnen het installatiebedrijf wordt ook het aanwezige potentieel binnen de organisatie optimaal benut. Deze nieuwe aanpak vraagt om beroepscompetenties gebaseerd op verschillende aspecten van Integraal Ontwerpen.

Het nieuwe werken gaat uit van werken van het geheel naar de delen en is prestatiegericht. Dat vraagt om nieuwe persoonlijke vaardigheden zoals kenniscreatie, kenniscirculatie en zelfsturing. Zo wordt de kennis van installaties, nu nog veelal in hoofden van mensen, gemodelleerd en vastgelegd in engineeringdatabases. Deze database is de basis voor kennisproductiviteit en innovatievermogen binnen het installatiebedrijf. De in dit document beschreven aanpak-kennis in combinatie met het Virtueel Installatie Bedrijf is bedoeld om de nieuwe vorm van werken over te brengen richting installatiebedrijven en het beroepsonderwijs.

Het Virtueel Installatie Bedrijf (VIB) kan voor meerdere leerdoelen ingezet worden. Het is als leerbedrijf ontwikkeld om de nieuwe werkwijze volgens Integraal Ontwerpen in het installatiebedrijf op een praktische wijze te visualiseren. Het Virtueel Installatie Bedrijf is met name ingericht voor klantgericht werken op basis van hergebruik van kennis en het verhogen van de automatiseringsgraad door inzet van ICT. Het Virtueel Installatie Bedrijf is niet ontwikkeld om als een volwaardig instrument in de praktijk van de installatietechniek in te zetten. Wel is het mogelijk om gemodelleerde kennis van een installatietype met het Virtueel Installatie Bedrijf vast te leggen voor hergebruik. Met deze vastgelegde kennis is het dan mogelijk om de installaties te ontwerpen.

Integraal Ontwerpen:

Integraal Ontwerpen gaat uit van de verschillende levensfasen die een product, systeem of installatie doorloopt (creatie-, gebruik- en afbraakfase). In het ontwerpproces binnen het Virtueel Installatie Bedrijf worden de verschillende levensfasen en functionele eisen die daaruit voortvloeien zoals prestatie, bedrijfszekerheid, onderhoud, veiligheid en kosten in samenhang beschouwd (Life Cycle Engineering). Door bestaande kennis en ervaring op gestructureerde wijze via modellen met het Virtueel Installatie Bedrijf in de engineeringdatabase vast te leggen voor hergebruik, kan het installatiebedrijf komen tot verbetering van kennisproductiviteit (Knowledge Based Engineering). Door het verhogen van de automatiseringsgraad worden aanzienlijke kostenbesparingen gerealiseerd, niet alleen voor het installatiebedrijf zelf (laagste realisatiekosten), maar ook voor de klant en de samenleving (laagste levensduurkosten). Dit is mogelijk doordat het Virtueel Installatie Bedrijf ontwikkeld is op basis van een modelgedreven architectuur (Model Driven Architecture). Het hierin toegepaste ETIM-informatiemodel biedt de mogelijkheid om kennis te delen en over bedrijfsgrenzen heen en te komen tot nieuwe vormen van samenwerking in de keten van leverancier-installateur-klant.

Het implementeren van het concept van Integraal Ontwerpen kan binnen de installatietechniek grote voordelen opleveren, maar vraagt een investering. Toepassen van Integraal Ontwerpen is alleen interessant wanneer de kosten van installaties kunnen worden gereduceerd. Met inzet van het Virtueel Installatie Bedrijf kan een reductie in ontwerp-kosten behaald worden door het vastleggen en hergebruik van ontwerp-kennis, het verhogen van de automatiseringsgraad en het klantgericht werken wat een

belangrijke waardetoevoeging voor de klant betekent. Het vastleggen van de ontwerp-kennis vraagt om een aanpak waarvan het modelleren van kennis een belangrijk onderdeel is.

Modeleren van kennis:

Het modelleren van kennis is een proces dat ingedeeld kan worden naar drie kennisgebieden; gericht op het analyseren van complexe werkelijkheid (systeemleer), het synthetiseren van nieuwe oplossingsrichtingen (ontwerpleer) en het semantisch verwoorden van de betekenis der dingen (kenniskunde). De systeemleer en ontwerpleer zijn vertrouwde kennisgebieden. Relatief nieuw en essentieel voor de kenniseconomie is het gebied van kenniskunde. Het vormt de basis voor eenduidige en terugvindbare opslag van gegevens in kennissystemen. Dit is een belangrijke basis om het Virtueel Installatie Bedrijf in te richten. Kenniskunde bestaat uit drie dimensies: generiek beschrijven van objecten, vastleggen van relevante kenmerken van objecten en het ontwikkelen van producttypemodellen. Producttypemodellen beschrijven klantafhankelijk structuren en parameters die bepalend zijn voor een object (installatie). Met behulp van deze generieke modellen kunnen door het invullen van parameters klantspecifieke objecten (installaties) worden gegenereerd. Dit leidt tot grote efficiencyvoordelen.

Toelichting op de inhoud van het rapport “Anders werken in de Installatietechniek”:

De aanleiding tot anders werken wordt verwoord in **Hoofdstuk 1**. Hierin wordt de relatie gelegd naar de definitiestudie IO-E/IT van Uneto waarvan de ontwikkeling van het Virtueel Installatie Bedrijf onderdeel is. Aanvullend wordt de actualiteit van het onderwerp nog eens benadrukt vanuit het onlangs opgestelde realisatieboek “De slimme regio”. In dit realisatieboek wordt de transformatie naar een kenniseconomie volgens een regionale aanpak nader uitgewerkt. Deze aanpak kan in combinatie met het Virtueel Installatie Bedrijf de basis zijn voor het definiëren van vervolgprojecten binnen de installatiebranche.

In **Hoofdstuk 2** wordt het beroepsonderwijs in de totale keten van de Installatietechniek gepositioneerd. Hierin wordt de integrale benaderingswijze van de drie programmaonderdelen instroom, beroepsonderwijs en bedrijfsleven toegelicht en de rol van het Virtueel Installatie Bedrijf hierin. Ook wordt de status van de verschillende programmaonderdelen vermeld.

Hoofdstuk 3 gaat in op de nieuwe werkwijze volgens Integraal Ontwerpen, gepositioneerd in het programmaonderdeel beroepsonderwijs. Vernieuwing van het reguliere beroepsonderwijs staat hierbij centraal. Ook de positie en ontwikkeling van het Virtueel Installatie Bedrijf als basis voor het vastleggen van ontwerp-kennis voor hergebruik, neemt binnen dit programmaonderdeel een belangrijke plaats in. De focus ligt vooral op nieuwe beroepscompetenties voor een klantgerichte aanpak in de installatietechniek met referentie tot de informatiebehoefte, installatiecasus en IO-leerstof.

Het belang van een gestructureerde en methodische aanpak om ontwerp-kennis in de engineeringdatabase van het Virtueel Installatie Bedrijf vast te leggen voor hergebruik wordt in **Hoofdstuk 4** toegelicht. Hierbij wordt ingegaan op de samenhang van het klantgericht werken (LCE-aanpak), hergebruiken van kennis (KBE-aanpak) en het verhogen van de automatiseringsgraad met inzet van ICT-systemen ingericht volgens een modelgedreven architectuur (MDA-aanpak) waarbij ontwerp-kennis in engineeringdatabases worden vastgelegd op basis van het ETIM-informatiemodel. Onderwerpen die behandeld worden zijn inrichting, gebruik en inzetgebieden in het onderwijs van het Virtueel Installatie Bedrijf.

Het proces rond hergebruik van ontwerp-kennis met inzet van het Virtueel Installatie Bedrijf wordt in **Hoofdstuk 5** toegelicht volgens Life Cycle Engineering (LCE). Het Virtueel Installatie Bedrijf is op basis van deze LCE-aanpak ingericht. Het accent ligt hierbij op de processtappen voor het genereren van de ontwerpdocumenten van een installatie. Bij Life Cycle Engineering wordt integraal en multidisciplinair ontworpen, waarbij niet alleen gekeken wordt naar de aspecten van de installatie zelf maar ook naar aspecten over de levenscyclus van een installatie die bij het nemen van ontwerpbeslissingen een rol spelen. Niet alleen kostenbesparing voor het installatiebedrijf zelf, maar ook kostenbesparingen voor de klant en de samenleving worden in het ontwerp meegenomen. Tijdens het ontwerp worden zowel de initiële als operationele kosten meegenomen als basis voor het optimaliseren van de installatie.

In **Hoofdstuk 6** wordt de KBE-aanpak gebaseerd op Knowledge Based Engineering (KBE) beschreven. Dit is een leidraad ontwikkeld voor het vastleggen en hergebruiken van ontwerp-kennis met inzet van ICT-systemen zoals het Virtueel Installatie Bedrijf. Kennis van KBE is voorwaardelijk om op gestructureerde wijze een Virtueel Installatie Bedrijf in te richten voor toepassing zoals het ontwerpen van verlichtingsinstallaties in het productcreatieproces. Om te komen tot een werkend systeem is het stappenplan binnen de KBE-aanpak ingedeeld in vier fasen. Deze fasen zijn afgestemd op drie innovatiestappen; ontwerpen, borgen en implementeren. Tijdens het ontwerpen worden de eerste twee fasen van het KBE-stappenplan uitgevoerd; analyseren van de huidige werkwijze en het ontwerpen van de nieuwe werkwijze. In beide fasen worden het product (installatie), proces (werkwijze) en faciliteiten (tools e.d.) in kaart gebracht. Tijdens het borgen wordt het ontwerp in fase drie van het KBE-stappenplan uitgevoerd, het inrichten van het Virtueel Installatie Bedrijf. In deze fase worden faciliteiten (ICT-modules), proces (procesafloop) en product (ontwerpkennis) gerealiseerd en ingericht tot een Virtueel Installatie Bedrijf. Na deze derde fase van het KBE-stappenplan kan het Virtueel Installatie Bedrijf in productieomgeving ingezet worden voor het configureren van projectafhankelijke installaties. Tijdens de implementatie van het Virtueel Installatie Bedrijf, stap vier van het KBE-stappenplan, wordt de aandacht gericht op het onderhoud van het Virtueel Installatie Bedrijf richting “nieuwe” ontwerp-kennis van het product (installatie), het proces (werkwijze en toegevoegde waarde) en faciliteiten (tools e.d.).

De systeemarchitectuur van het Virtueel Installatie Bedrijf is gebaseerd op een modelgedreven architectuur waarin het informatiemodel een centrale plaats inneemt. Om het Virtueel Installatie Bedrijf voor meerdere toepassingen in de installatietechniek in te kunnen zetten is gekozen voor een modulaire opbouw. Voor het ontwikkelen van de verschillende ICT-modulen is een selectie gemaakt op basis van een aantal processtappen die doorlopen worden voor het genereren van de gewenste informatiebehoefte (documenten en tekeningen) tijdens het ontwerpproces van eenvoudige verlichtingsinstallaties. De ontwikkelde ICT-modulen zijn in te delen in alfanumerieke-, grafische-, reken-, integratie- en kennisbeheermodulen. De architectuur van het Virtueel Installatie Bedrijf wordt in **Hoofdstuk 7** verder toegelicht. In dit hoofdstuk worden binnen de Paragraaf ICT-aanpak de ICT-modulen gepositioneerd in relatie tot de te onderkennen integratieniveaus van het Virtueel Installatie Bedrijf. De ontwikkeling en realisatie van onder andere de ICT-modulen en het informatiemodel worden in de leidraad ICT-aanpak die als bijlage is toegevoegd beschreven.

Mogelijke inzetgebied van het Virtueel Installatie Bedrijf in de installatietechniek worden in **Hoofdstuk 8** kort toegelicht. Het Virtueel Installatie Bedrijf wordt opgeleverd om eenvoudige standaard verlichtingsinstallaties te ontwerpen met als doel kennis maken met de nieuwe werkwijze in de installatietechniek. Met inzet van het Virtueel Installatie Bedrijf kunnen verschillende leer-/werkomgevingen (school plus bedrijf) ingericht worden voor het “scholen” en “opscholen” van medewerkers in de installatietechniek.

Hoofdstuk 9 gaat met name in op de nieuw te verwerven competenties voor anders werken in de installatietechniek met inzet van het Virtueel Installatie Bedrijf. Ingegaan wordt op de vier kennisgebieden voor Integraal Ontwerpen en de doelgroep voor “scholen” en “opscholen” waarbij een verschuiving van arbeidsproductiviteit naar kennisproductiviteit centraal staat.

In **Hoofdstuk 10** wordt aangegeven op welke wijze de nieuwe competenties voor anders werken in de installatietechniek verworven kunnen worden. Voorgesteld wordt om een beproefde aanpak toe te passen waarin studenten en medewerkers van installatiebedrijven samen innovatieve praktijkgerichte projecten uitvoeren met inzet van het Virtueel Installatie Bedrijf. Deze aanpak is door TLO ontwikkeld en wordt aangeduid met de naam “Methodisch Innoveren”. Met Methodisch Innoveren wordt een tweeslag gemaakt op het gebied van innoveren en onderwijsontwikkeling. Verder is het voorstel om parallel hieraan enkele onderwijsproducten te ontwikkelen rond het Virtueel Installatie Bedrijf door uitbreiding met een voorbeeldcasus van een werktuigbouwkundige installatie en het opzetten van enkele workshops en Train de Trainer programma’s.

Inhoudsopgave

WAAROM ANDERS WERKEN IN DE INSTALLATIETECHNIEK?	1
1. AANLEIDING	5
2. KETENAANPAK	5
3. BEROEPSONDERWIJS	5
4. KENNIS VASTLEGGEN EN HERGEBRUIKEN	5
4.1 HET INSTRUMENT VIRTUEEL INSTALLATIE BEDRIJF.....	5
4.2 GEBRUIK VAN HET VIRTUEEL INSTALLATIE BEDRIJF.....	5
4.3 INZETGEBIEDEN VAN HET VIRTUEEL INSTALLATIE BEDRIJF.....	5
5. LIFE CYCLE ENGINEERING EN HET VIRTUEEL INSTALLATIE BEDRIJF	5
5.1 VIB TOEPASSEN IN HET ONTWERPPROCES VAN INSTALLATIES.....	5
5.2 LCE-AANPAK.....	5
5.2.1 <i>Bedrijfsprocesmodel</i>	5
5.2.2 <i>Activiteitenmodel</i>	5
6. KNOWLEDGE BASED ENGINEERING EN VIB	5
6.1 VIRTUEEL INSTALLATIE BEDRIJF INRICHTEN.....	5
6.2 KBE-AANPAK.....	5
6.2.1 <i>Analyseren huidige werkwijze, KBE fase 1</i>	5
6.2.2 <i>Ontwerpen productconfigurator, KBE fase 2</i>	5
6.2.3 <i>Vastleggen van ontwerpkenis, KBE fase 3</i>	5
6.2.4 <i>Hergebruik van ontwerpkenis, KBE fase 4</i>	5
7. ICT EN HET VIRTUEEL INSTALLATIE BEDRIJF	5
7.1 SYSTEEMARCHITECTUUR VIRTUEEL INSTALLATIE BEDRIJF.....	5
7.1.1 <i>Codegeneratie engineeringdatabase en programmadelen</i>	5
7.1.2 <i>Uitwisselen van gegevens via XML</i>	5
7.2 INFORMATIEMODEL.....	5
7.3 ICT-AANPAK.....	5
7.3.1 <i>Positioneren van modulen naar integratieniveau</i>	5
7.3.2 <i>Inrichting Virtueel Installatie Bedrijf</i>	5
8. INZETGEBIEDEN IN INSTALLATIETECHNIEK	5
9. KENNISOVERDRACHT EN DOELGROEPEN	5
9.1 KENNISOVERDRACHT.....	5
9.2 DOELGROEP.....	5
10. MOGELIJKE VERVOLGACTIVITEITEN	5

- Bijlage(n):**
1. Leidraad LCE-aanpak
 2. Leidraad KBE-aanpak.
 3. Leidraad ICT-aanpak.
 4. Voorbeeldcasus verlichtingsinstallatie.
 5. Informatiemodel VIB.
 6. Virtueel Installatie Bedrijf (CD-ROM).
 7. Engineeringdatabase met ontwerp kennis verlichtingsinstallatie (CD-ROM).

1. Aanleiding.

Na een uitgebreide definitiestudie met betrekking tot de beroepsontwikkeling in de installatietechniek, uitgevoerd in opdracht van de Installatiebranche Uneto, is door Hobéon Management Consult B.V. en TLO Holland Controls B.V. gestart met het uitvoeren van het macroplan IO-E/IT-project. Met het E/IT-project wordt een integrale aanpak voor de beroepsontwikkeling in de installatiebranche nagestreefd. In het project wordt uitgegaan van de gehele leerketen van kind tot en met volwassene. Er wordt gezocht naar een optimale beroepsontwikkeling, zowel kwalitatief als kwantitatief. Verder wordt het project uitgevoerd in een nauwe samenwerking tussen de bedrijfstak en het onderwijs. De vernieuwingen in de totale keten zijn veelomvattend. Daarom is in de definitiestudie de rol van de bedrijfstak duidelijke onderstreept. In de definitiestudie wordt onder andere aangegeven dat teveel initiatieven te geïsoleerd uitgevoerd zijn en teveel beredeneerd vanuit het onderwijs. Een ketenaanpak zoals in de definitiestudie voorgesteld heeft tot hoofddoel om de aanpak van de nieuwe werkwijze volgens Integraal Ontwerpen vorm te geven. Het in dit project ontwikkelde Virtueel Installatie Bedrijf (VIB) kan hierbij voor meerdere leerdoelen ingezet worden. Zo is het mogelijk om met het VIB de nieuwe werkwijze, gebaseerd op een kenniseconomie, op een praktische wijze te visualiseren en inhoud te geven.

Mede op basis van de definitiestudie is de afgelopen jaren samen met bedrijven en scholen een innovatieve aanpak ontwikkeld en beproefd met als doel om de nieuwe werkwijze in de praktijk toe te kunnen passen. De aanpak richt zich vooral op kenniscreatie en kenniscirculatie als basis voor het realiseren van meer kennisproductiviteit. In de praktijksituatie werken studenten en werknemers in teamverband samen aan innovatieve projecten. Studenten brengen de nieuwe competenties in waardoor in het bedrijf de vernieuwingsprocessen op gang komen en kennis vanuit de bedrijven naar het onderwijs terugvloeit. Deze gezamenlijke manier van kennisontwikkeling wordt aangeduid met de term Methodisch Innoveren. De aanpak vraagt om extra ruimte en betrokkenheid van het bedrijfsleven bij het onderwijs waarbij de inzet van een Virtueel Bedrijf voor het vastleggen en hergebruik van ontwerp-kennis een belangrijk onderdeel is. Op basis van opgedane ervaring is in het kader van de breedtestrategie het realisatieboek “De slimme regio” opgesteld. In dit realisatieboek wordt de transformatie naar een kenniseconomie op basis van Integraal Ontwerpen vanuit een regionale aanpak voor de totale keten uitgewerkt.

2. Ketenaanpak.

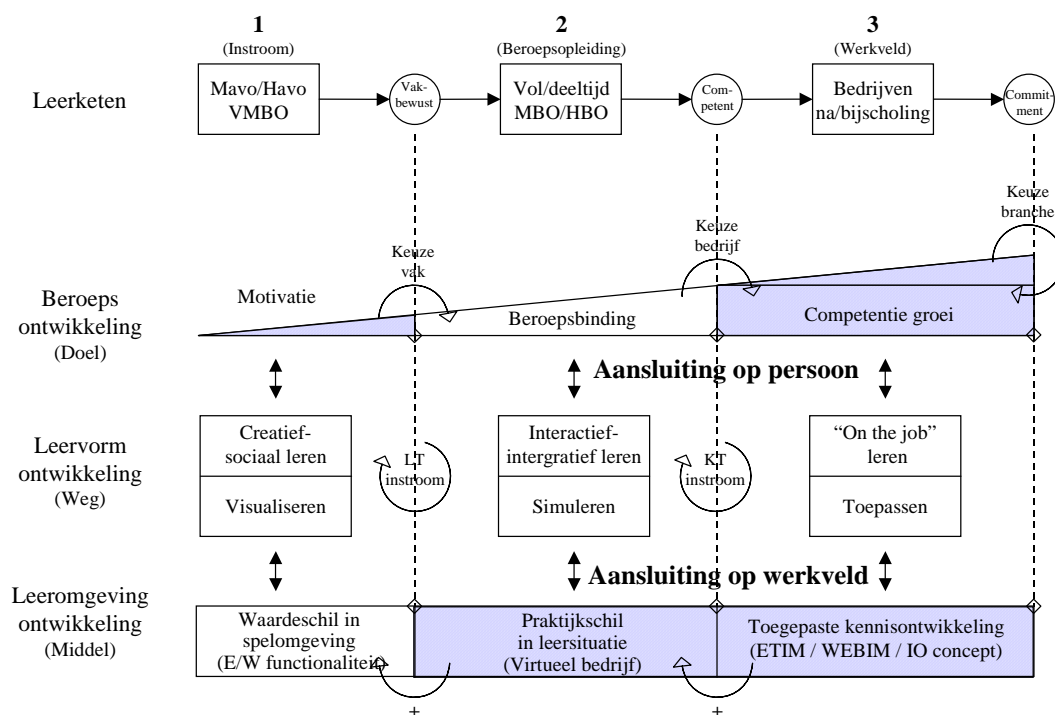
Het IO-E/IT-project is gebaseerd op een ketenaanpak met een integrale benaderingswijze van drie programmaonderdelen die voor een deel zijn afgerond. In de keten wordt de nadruk gelegd op competentiegroei van personen door scholing en nascholing voor het installatiebedrijf met als basis de “nieuwe” denk- en werkwijze volgens Integraal Ontwerpen: In Figuur 2-1 worden de drie onderdelen van de keten in hun samenhang weergegeven.

De onderdelen van de ketenaanpak zijn als volgt gedefinieerd:

Instream: betere, positievere beeldvorming bij jongeren over elektrotechniek. Dit onderdeel bestrijkt jongeren in het basisonderwijs en basisvorming.

Beroepsonderwijs: vernieuwing van het elektrotechnisch beroepsonderwijs. Dit onderdeel bestrijkt jongeren in VMBO, MBO en HBO.

Bedrijfsleven: versterking van de competentiegroei en loopbaanontwikkeling. Dit onderdeel richt zich via na- en bijscholing op medewerkers in de branche.



Figuur 2-1: ketenbenadering beroepsontwikkeling.

Instream:

Het programmaonderdeel instroom heeft geresulteerd in een onderwijsgame “Professionals; operatie Ibiza” dat de instroom in het beroepsonderwijs installatietechniek moet bevorderen (www.professionals-thegame.nl). Professionals is een 3d-simulatiespel, met elementen van actie- en behendigheids spellen. In Professionals bouwt een leerling een installatie voor een popconcert in een kasteel op Ibiza. Hoe beter de leerling speelt, hoe beter het concert aan het eind van het spel. Het spel wordt op school gespeeld in de lessen Praktische Sector Oriëntatie. Alle leerlingen krijgen daarna een spel cd-rom mee naar huis. De game biedt een aantal interessante links waar informatie verkregen kan worden over werken en doorleren in de elektrotechniek.

Beroepsonderwijs:

Het ontwikkelen van het Virtueel Installatie Bedrijf (VIB) maakt deel uit van het programmaonderdeel beroepsonderwijs met het doel om het VIB in te zetten binnen nog te ontwikkelen workshops en leerstof Integraal Ontwerpen. Basisleerstof voor Integraal Ontwerpen in de installatietechniek is voor een deel al beschikbaar. Het ontwikkelen van het gedeelte waarbij het VIB een belangrijke rol speelt en waarin de nieuwe werkwijze volgens Integraal Ontwerpen met een voorbeeld installatiecasus gevisualiseerd wordt heeft nog niet plaatsgevonden. Het ontwikkelen van workshops is geen onderdeel van het ontwikkeltraject van het VIB. Mogelijk dat de workshops en leerstof na oplevering van het VIB ontwikkeld worden met een of meerdere voorbeeldcasussen van installaties zoals in het macroplan van het E/IT-project is voorzien.

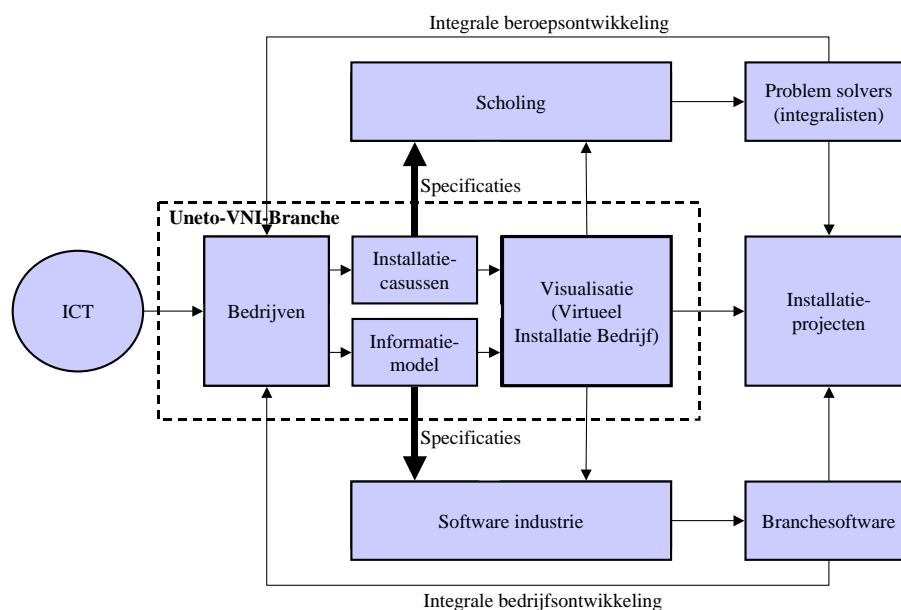
Beroepsontwikkeling:

Het programmaonderdeel beroepsontwikkeling omvat twee trajecten; post MBO en post HBO. Binnen het traject post MBO heeft gedeeltelijk de ontwikkeling en de start van een pilotcursus plaatsgevonden. Beide trajecten zijn voortijdig gestopt. Het traject post HBO heeft met inzet van het bedrijfsleven, drie hogescholen en TLO geresulteerd in een opleiding Integraal Ontwerpen in de Gebouwde Omgeving (www.integraalontwerpen.nl). Deze opleiding is gecertificeerd voor het verstrekken van de titel Master of Science. De opleiding is op de Hogeschool van Utrecht onder supervisie van de Lector Integraal Ontwerpen twee maal succesvol uitgevoerd. De duur van het opleidingstraject is 2,5 studiejaar (circa 1800 studiebelastinguren). Het resultaat van de twee opleidingen is certificering van $2 \times 14 = 28$ Masters Integraal Ontwerpen in de Gebouwde Omgeving.

3. Beroepsonderwijs.

In dit deel van het ketenproject staat vernieuwing van het beroepsonderwijs en de ontwikkeling van IO-leerstof, IO-workshops en het Virtueel Installatie Bedrijf centraal. Het programmaonderdeel heeft tot doel de nieuwe werkwijze van Integraal Ontwerpen in het beroepsonderwijs, met name in de installatietechniek, van VMBO, MBO en HBO te introduceren. Om de vernieuwing van het beroepsonderwijs op praktische wijze te kunnen visualiseren is het Virtueel Installatie Bedrijf een belangrijk onderdeel. Het Virtueel Installatie Bedrijf draagt in hoge mate bij aan het verwerven van nieuwe competenties die gebaseerd zijn op het gedachtegoed van Integraal Ontwerpen. Dit met name ten aanzien van het klantgericht werken en het verhogen van de automatiseringsgraad door het vastleggen en hergebruiken van ontwerp-kennis en het werken met engineeringdatabases en kennissystemen. Het eerste doel van het Virtueel Installatie Bedrijf is om via een praktische toepassing kennis te kunnen maken met de andere werkwijze binnen elektrotechnisch beroepsonderwijs en het installatiebedrijf. Een tweede doel is om de integrale beroeps- en bedrijfsontwikkeling binnen de installatiebranche volgens de aanpak van Integraal Ontwerpen op praktische wijze in gang te zetten. Een derde ook niet onbelangrijk doel is het kennismaken met nieuwe kennisgeoriënteerde competenties van Integraal Ontwerpen waarbij vooral procesinnovatie centraal staat. Het beoogde veranderproces met inzet van het Virtueel Installatie Bedrijf wordt in figuur 3-1 op schematische wijze weergegeven.

Het schema geeft aan dat ICT (*Informatie en Communicatie Technologie*) het mogelijk maakt de gestelde doelen binnen de installatiebranche met de juiste inzet van de installatiebedrijven te realiseren. Van de installatiebedrijven wordt een bijdrage aan het veranderproces gevraagd door het beschikbaar stellen van projectgegevens voor het inrichten van het Virtueel Installatie Bedrijf. Op basis van de projectgegevens worden installatiecasussen ontwikkeld die met het Virtueel Installatie Bedrijf breed ingezet kunnen worden voor (na)scholing. Het “breed” inzetten hiervan zal een positieve invloed hebben op het toepassen van kennisgeoriënteerde competenties van Integraal Ontwerpen door medewerkers in de installatiebranche. Ook de kennis van het onderliggende informatiemodel van het Virtueel Installatie Bedrijf komt voor de installatiebranche en de software-industrie (leveranciers) beschikbaar voor het inrichten van praktisch toepasbare ICT-tools naar model van het Virtueel Installatie Bedrijf.



Figuur 3-1: integrale beroeps- en bedrijfsontwikkeling.

De nieuwe beroepscompetenties en rollen in de installatiebranche zijn voor het ontwikkelen van het beroepsonderwijs het vertrekpunt. Hierbij staat de gehele levenscyclus van de installaties centraal;

verkoop, detailengineering, werkvoorbereiding, installatie, gebruik en sloop. Het doel is om leermiddelen te ontwikkelen om de vereiste vernieuwingen te realiseren en op elkaar af te stemmen binnen het beroepsonderwijs van VMBO, MBO en HBO. Het is daarbij van belang om binnen het beroepsonderwijs een “doorgaande leerroute” te realiseren. Deze aanpak wordt mede ingegeven met het oog op het aanbieden van een uitdagende loopbaanperspectief in de installatietechniek. Op niveau van VMBO, MBO en HBO vormen de werkvelden en de daarbij vereiste competenties het vertrekpunt voor het ontwikkelen van het “nieuwe” onderwijs. Binnen ieder opleidingsniveau staat de integratie van informatie vanuit de verschillende gezichtspunten over de levenscyclus van de installatie centraal. Bedrijfskundige en organisatorische aspecten en ICT zijn de basis voor de andere werkwijze in de installatietechniek en daarmee het vernieuwen van het beroepsonderwijs. Ook het samenwerken met andere disciplines, om een optimale prestatie te leveren, betekent een verbreding van het competentieprofiel. Binnen het beroepsonderwijs leidt dit in het huidige informatietijdperk tot het inzetten van creatietools (configuratoren) zoals het VIB. Dit gebaseerd op de gewenste informatiebehoefte, gevisualiseerd met een of meer installatiecasussen en onderbouwt met de daarop afgestemde leerstof. Met deze drie-eenheid als vertrekpunt wordt het beroepsonderwijs ingevuld; informatiebehoefte, installatiecasus en IO-leerstof.

Informatiebehoefte:

De informatiebehoefte wordt volgens een aanpak van Integraal Ontwerpen in een informatiemodel vastgelegd. Binnen het ElektroTechnisch InformatieModel (ETIM) zijn voor de installatiebranche al veel documenten en tekeningen geanalyseerd. Bij het ontwikkelen van het VIB wordt hiervan gebruik gemaakt. Ontbrekende gegevens voor het inrichten van het VIB met installatiecasussen volgens de nieuwe werkwijze worden aan het informatiemodel van het VIB toegevoegd. Omdat het VIB ontwikkeld wordt op basis van een Model Driven Architecture is het informatiemodel omgezet in een genormeerde Express-omgeving. Het informatiemodel is hiermee een digitaal onderdeel van het VIB.

Installatiecasus:

Binnen eerder uitgevoerde industriële projecten is ervaring opgedaan met het ontwikkelen van casussen. De casussen hebben het doel om de werkwijze van Integraal Ontwerpen met inzet van een Virtueel Bedrijf te visualiseren. Om de gewenste doelstellingen binnen de installatietechniek te bereiken wordt een aansprekende installatiecasus ontwikkeld. Hiermee kunnen met inzet van het Virtueel Installatie Bedrijf eenvoudige installatietekeningen geconfigureerd worden. Het gaat hierbij vooral om inzicht verkrijgen in de nieuwe werkwijze in de installatietechniek. Voor het ontwikkelen van het Virtueel Installatie Bedrijf, waarin de installatiecasus ondergebracht wordt, wordt gekozen voor een modulaire opzet. Daardoor kunnen ook op eenvoudige wijze andere E- en W-installatiecasussen in deze omgeving ontwikkeld en gerealiseerd worden.

IO-leerstof:

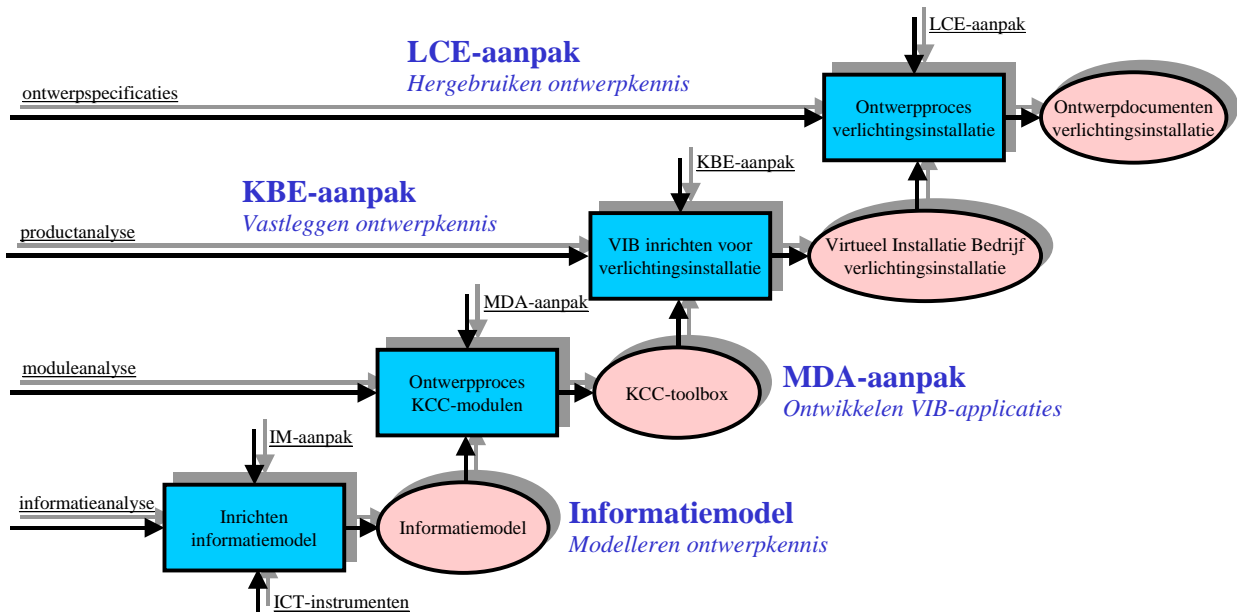
De leerstof moet aansluiten op de nieuwe werkwijze in de installatiepraktijk waarbij het Virtueel Installatie Bedrijf wordt ingezet om installaties te configureren op basis van de daarin vastgelegde ontwerpregels. De leerstof die binnen het “doorlopend leerbedrijf” ontwikkeld wordt kent drie opleidingsniveau’s; VMBO, MBO en HBO. Binnen het onderdeel beroepsonderwijs ligt het zwaartepunt voor de leerstofontwikkeling op het opleidingsniveau van MBO met aansluiting richting VMBO (toepassen) en HBO (ontwikkelen). Behoudens de leerstof rond workshop waarbij het VIB een belangrijke rol speelt is basisleerstof Integraal Ontwerpen ontwikkeld en toegepast in de blokboeken voor Probleem Gestuurd Onderwijs (PGO). De blokboeken zijn in samenwerking met schrijvers van het PGO-consortium ontwikkeld. Het gaat hierbij om eenvoudige aanpak kennis van Integraal Ontwerpen met als resultaat dat een IO-light-versie van de PGO-blokboeken is ontstaan. Tijdens het ontwikkelen en invoeren van IO in de blokboeken zijn binnen het E/IT-project door TLO een aantal Train de Trainer workshops ontwikkeld en uitgevoerd. Met deze eerste IO-light-versie PGO-blokboeken is de basis gelegd voor de volgende stap, het uitbreiden van de leerstof waarbij het VIB met voorbeeld installatiecasussen wordt ingezet. Hiermee kan ontwerp kennis van installaties worden vastgelegd voor hergebruik in de installatiepraktijk.

4. Kennis vastleggen en hergebruiken.

Projecten die aangepakt worden volgens de werkwijze van Integraal Ontwerpen worden met referentie tot de totale levenscyclus van een installatie, op een gestructureerde en methodische wijze uitgevoerd. Vanwege de toenemende complexiteit van de installaties en mogelijkheden van de ICT is het wenselijk om het totale ontwerpproces te ondersteunen door de ontwerp-kennis van installaties in engineeringdatabases vast te leggen voor hergebruik. Om ontwerp-kennis te kunnen beheren is kennismanagement gebaseerd op een methodische aanpak van Product Data Modeling vereist. Zo wordt ontwerp-kennis van een installatie in een generiek model (Product Type Model, PTM) gemodelleerd. De in dit generieke model vastgelegde ontwerp-kennis wordt in de engineeringdatabase van het Virtueel Installatie Bedrijf (VIB) ingevoerd voor het configureren van installaties. Het generieke model wordt afhankelijk van de informatiebehoefte (ontwerpdocumenten), het gewenste object (installatietype), het informatieniveau (detaillering) en de levenscyclusfase (proces) van de installatie ingevuld. Voor het gestructureerd opslaan van de ontwerpgegevens in databasebestanden van het VIB is het hebben van een op de werkwijze van Integraal Ontwerpen afgestemde informatiemodel noodzaak. Binnen TLO is voor het inrichten van informatiemodellen veel onderzoeks-, analyse- en ordeningswerk verricht. Zo is onder meer het ETIM-model voor de Elektrotechnische branche Uneto tot stand gekomen. Informatiemodellen ontwikkeld voor de verschillende branches zijn binnen TLO samengevoegd tot één generiek informatiemodel. Dit informatiemodel is toegesneden voor het inrichten van het VIB voor de installatiebranche. Voor de ontwikkeling van het Virtueel Installatie Bedrijf is het model vertaald in een “Express”-omgeving. In het informatiemodel zijn objecten op basis van informatiebehoefte binnen de verschillende bedrijfsfuncties voor het ontwerpproces van de voorbeeld installatiecasus geanalyseerd en geordend. Het informatiemodel vormt samen met het Product Type Model van een of meer installatietypes en het bedrijfsprocesmodel de basis voor het ontwikkelen en inrichten van het Virtueel Installatie Bedrijf (VIB). Het toepassen van het VIB is bedoeld om het proces van kenniscreatie en kenniscirculatie binnen scholen en bedrijven volgens een nieuwe werkwijze in de installatietechniek op gang te brengen en in stand te houden. Het VIB ondersteunt het “anders werken in de installatietechniek”. In een informatietijdperk vervult het een voorbeeldfunctie voor scholen, bedrijven en de software-industrie. Het biedt de mogelijkheid om te komen tot een transformatie naar de kenniseconomie. Het Virtueel Installatie Bedrijf kan ingezet worden ter stimulering van het op de markt brengen van een integrale aanpak voor het inrichten van een innovatief “vraaggestuurd” installatiebedrijf.

4.1 Het instrument Virtueel Installatie Bedrijf

Het vastleggen en hergebruiken van ontwerp-kennis met ondersteuning van het instrument Virtueel Installatie Bedrijf (VIB) heeft als doel om de informatiebehoefte van een installatie op basis van de hierin vastgelegde ontwerp-kennis te configureren. Deze informatiebehoefte kan afhankelijk van de levenscyclusfase en het installatietype bestaan uit verschillende documenten, tekeningen, lijsten enz. Om de kennis in het VIB vast te leggen zal een inventarisatie gemaakt moeten worden van de gewenste informatiebehoefte als resultaat van het te ondersteunen ontwerpproces. Voor het inrichten van het VIB is een informatieanalyse uitgevoerd op basis van een voorbeeld installatiecasus voor het ontwerpen van eenvoudige verlichtingsinstallaties. Het ontwerpproces van de voorbeeldcasus is gebaseerd op het klantgericht werken volgens de LCE-aanpak en levert onder andere de volgende ontwerpdocumenten van de verlichtingsinstallatie op; programma van eisen, installatietekening, materiaallijst, kostprijs, kritische componenten, onderhoudsactiviteiten, levenscycluskosten en een evaluatiedocument van het ontwerp. Naast de documenten met technische inhoud worden de documenten voor beheersdoeleinde aangevuld met projectgegevens. De ontwerp-kennis van de verlichtingsinstallatie die vastgelegd wordt in de engineeringdatabase wordt ontsloten vanuit analysedocumenten zoals onder andere; het producttypemodel van de installatietekening, symbolen en artikelen. Alle documenten samen vormen een afspiegeling van de informatiebehoefte voor het ontwerpproces. Vanuit deze informatieanalyse wordt het informatiemodel met behulp van daartoe ontwikkelde ICT-instrumenten gemodelleerd en ingericht volgens een daartoe ontwikkelde aanpak zoals onderaan in Figuur 4-1 schematisch wordt weergegeven.

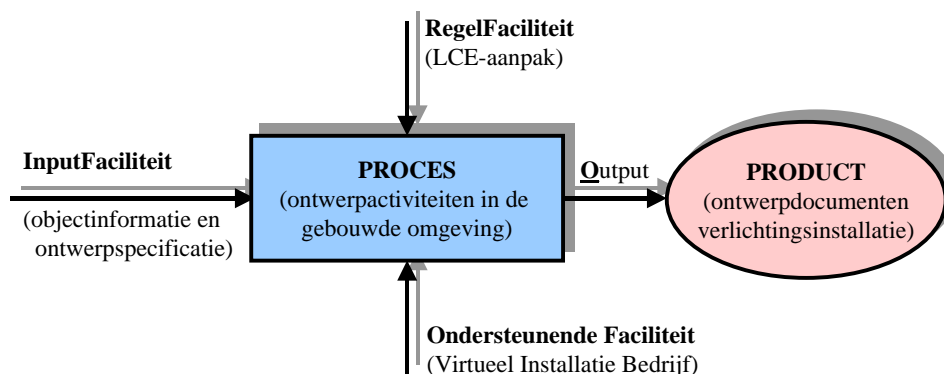


Figuur 4-1: inrichten van het VIB om te komen tot vastleggen en hergebruik van ontwerpkennis.

Vanuit de vastgestelde informatiebehoefte en het verkregen informatiemodel worden de verschillende KCC-modulen (Kenniscreeatie en -circulatie), nodig voor het inrichten van het VIB ter ondersteuning van het beoogde ontwerpproces, ontwikkeld. Het ontwikkelen van de KCC-modulen geschiedt vanuit een modelgedreven architectuur die vastgelegd wordt in de moduleanalyse.

4.2 Gebruik van het Virtueel Installatie Bedrijf.

Het inrichten van het VIB voor het vastleggen en hergebruiken vindt plaats vanuit een KBE-aanpak (Knowledge Based Engineering). De KBE-aanpak doorloopt vier fasen om te komen tot hergebruik van kennis; analysefase (inventariseren van de informatiebehoefte), ontwerpfase (ontwerpen van de inrichting van de configurator), ontwikkelfase (vastleggen van ontwerpkennis) en toepassingsfase (hergebruiken van ontwerpkennis). In iedere fase wordt in drie stappen het product, proces en bijbehorende faciliteiten volgens het PPF-paradigma beschouwt. Het PPF-paradigma is een systeemmodel dat toegepast wordt voor het integraal analyseren, ontwerpen, ontwikkelen en toepassen van producten, processen en faciliteiten. Het systeemmodel is een hulpmiddel om op methodische wijze de resultaten (het product) vast te leggen in relatie tot de activiteiten (het proces) en de vereiste input-, regel- en ondersteunende faciliteiten. In Figuur 4-2 wordt het systeemmodel ingevuld voor de toepassingsfase van de KBE-aanpak weergegeven.



Figuur 4-2: systeemmodel voor integraal toepassen van Product, Proces en Faciliteiten.

In figuur 4-2 wordt op hoofdniveau invulling gegeven aan het systeemmodel. Dit vanuit de voorbeeldcasus van de verlichtingsinstallatie waarvoor het Virtueel Installatie Bedrijf wordt ingericht. Hierin worden Product, Proces en Faciliteiten beschreven volgens de 4^e fase van de KBE-aanpak waarin het hergebruik van ontwerpkennis binnen de productconfigurator centraal staat.

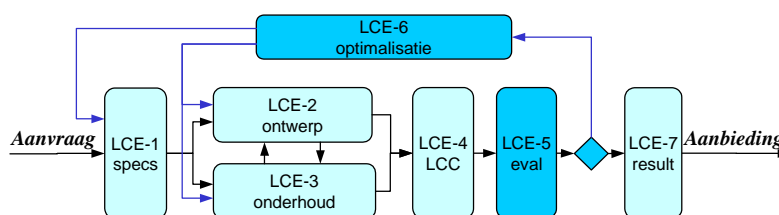
4.3 Inzetgebieden van het Virtueel Installatie Bedrijf.

Zoals het onderdeel beroepsonderwijs in Hoofdstuk 3 wordt aangegeven is het mogelijk om het VIB voor meerdere doelen en doelgroepen in te zetten. De doelgroep zijn deelnemers aan technische opleidingen in het beroepsonderwijs en medewerkers van installatiebedrijven. Het Virtueel Installatie Bedrijf kan ingezet worden binnen drie opleidingsniveaus; VMBO-, MBO- en HBO. Het belangrijkste doel is binnen de drie onderwijsniveaus kennismanagement gebaseerd op Product Data Modeling op een praktische wijze onder de aandacht te brengen. Bij het toepassen van het Virtueel Installatie Bedrijf als productconfigurator voor het configureren van installaties (ingericht voor een of meerdere installatietypes) ligt de nadruk vooral op de andere werkwijze in de installatietechniek. Het accent ligt op hergebruik van ontwerpkennis binnen het ontwerpproces volgens een LCE-aanpak. Hierbij wordt het ontwerpproces doorlopen met referentie tot de totale levenscyclus van de installatie. Deze klantgerichte werkwijze is eenvoudig aan te leren binnen alle opleidingsniveaus VMBO, MBO en HBO. Het inrichten van het VIB voor bepaalde bedrijfsprocessen en het vastleggen van ontwerpgegevens in engineeringdatabase van geanalyseerde installatietypes zijn competenties die aangeleerd worden op MBO- en HBO-niveau. Het accent ligt hier op het vastleggen van ontwerpkennis. Het analyseren en ontwerpen van installatietypes zijn competenties die op HBO-niveau aangeleerd kunnen worden. Tijdens de analysefase worden informatiebehoefte van een installatietype in kaart gebracht. Op basis hiervan wordt het ontwerp voor het inrichten van het Virtueel Installatie Bedrijf uitgewerkt.

De genoemde onderwerpen die een belangrijke rol spelen bij het “anders werken in de installatietechniek” en het inzetten van het Virtueel Installatie Bedrijf worden in de komende drie hoofdstukken met bijbehorende bijlagen nader beschreven. Het gaat hierbij om aanpak kennis voor klantgericht werken volgens Life Cycle Engineering (Hoofdstuk 5), hergebruik van kennis op basis van Knowledge Base Engineering (Hoofdstuk 6) en het verhogen van de automatiseringsgraad (Hoofdstuk 7).

5. Life Cycle Engineering en het Virtueel Installatie Bedrijf.

Life Cycle Engineering (LCE) is een klantgerichte werkwijze waarin tijdens de afloop van het ontwerpproces van een installatie rekening gehouden wordt met verschillende aspecten over de totale levenscyclus van een installatie; van initiatie via ontwerp, installatie, gebruik, revisie t/m sloop. Het Virtueel Installatie Bedrijf met de daarin uitgewerkte voorbeeldcasus voor het ontwerpen van eenvoudige verlichtingsinstallaties, is geanalyseerd en ingericht op basis van een Life Cycle Engineering aanpak. Deze LCE-aanpak is door TLO ontwikkeld ter ondersteuning van leertrajecten waarin de werkwijze volgens Integraal Ontwerpen gevolgd wordt. In Figuur 5-1 worden de zeven stappen van het LCE-model op abstracte wijze weergegeven.



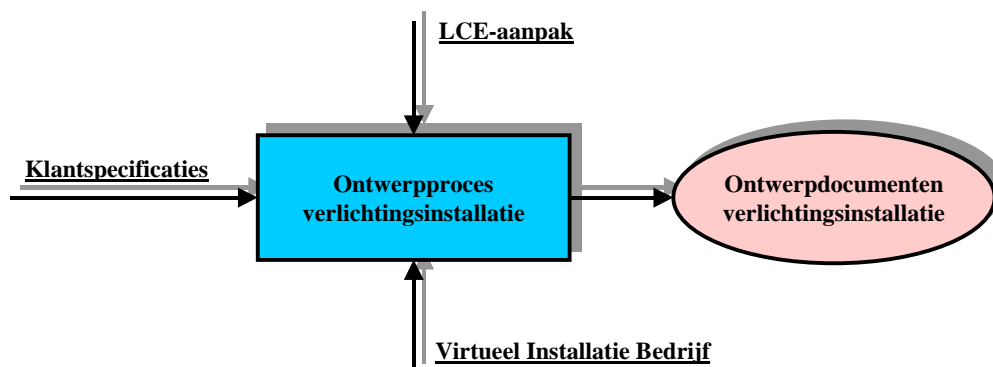
Figuur 5-1: afloop LCE-aanpak.

Met het Virtueel Installatie Bedrijf is de afloop van het ontwerpproces volgens de LCE-aanpak op een praktische wijze te visualiseren. In Paragraaf 5.2 wordt de LCE-aanpak als basis voor de procesafloop binnen het Virtueel Installatie Bedrijf verder toegelicht.

5.1 VIB toepassen in het ontwerpproces van installaties.

Toepassen van het Virtueel Installatie Bedrijf in het ontwerpproces van installaties betekent de introductie van het proces van “Configure To Order”. Dit is een proces gebaseerd op het vastleggen en hergebruiken van ontwerp-kennis. Tijdens dit productcreatieproces is het mogelijk om toegevoegde waarde voor de klant aan het ontwerp van een installatie mee te leveren. Deze nieuwe werkwijze volgens een aanpak van Life Cycle Engineering en het vastleggen van ontwerp-kennis zijn de basis voor het inrichten van het Virtueel Installatie Bedrijf om dit optimaal in het ontwerpproces toe te kunnen passen. Het Virtueel Installatie Bedrijf wordt binnen het IO-E/IT-project opgeleverd als een ingericht systeem waarmee het mogelijk is om eenvoudige verlichtingsinstallaties te configureren. Het accent van de voorbeeldcasus ligt vooral op de werkwijze volgens de LCE-aanpak en het hergebruik van ontwerp-kennis en minder op de technische inhoud waarmee een verlichtingsinstallatie ingericht wordt. Het Virtueel Installatie Bedrijf biedt de mogelijkheid om de voorbeeldcasus in workshopverband verder uit te breiden met nog niet geanalyseerde installatiedelen. Het verder inrichten c.q. uitbreiden van het Virtueel Installatie Bedrijf kan volgens een KBE-aanpak zoals in het volgende hoofdstuk beschreven.

In figuur 5-2 wordt het systeemmodel met inzet van het Virtueel Installatie Bedrijf volgens het PPF-paradigma weergegeven. Het Virtueel Installatie Bedrijf is in het model ingericht als ondersteunende faciliteit voor het ontwerpproces van een verlichtingsinstallatie.



Figuur 5-2: systeemmodel waarin het Virtueel Installatie Bedrijf toegepast wordt binnen het ontwerpproces van verlichtingsinstallaties.

Andere faciliteiten die in het model van figuur 5-2 gepositioneerd worden is de LCE-aanpak die als sturing van het ontwerpproces dient om klantspecificaties als inputfaciliteit tot een gewenste output te leiden; het ontwerp van de verlichtingsinstallatie. Het ontwerpproces voor een verlichtingsinstallatie volgens de LCE-aanpak wordt in de volgende paragraaf beschreven. Hieronder worden voor het toepassen van het Virtueel Installatie Bedrijf binnen het ontwerpproces de samenhang van het product, proces en faciliteiten volgens het PPF-paradigma van figuur 5-2 kort weergegeven.

Product:

Ontwerpdocumenten van een verlichtingsinstallatie gebaseerd op *klantspecificaties* en tot stand gekomen door het uitvoeren van een aantal ontwerpstappen volgens de *LCE-aanpak* met inzet van het hiertoe ingerichte *Virtueel Installatie Bedrijf*.

Proces:

Uitvoeren van een aantal processtappen volgens de *LCE-aanpak* ondersteunt met inzet van het hiertoe ingericht *Virtueel Installatie Bedrijf* voor het produceren van *ontwerpdocumenten van een verlichtingsinstallatie* gebaseerd op *klantspecificaties*.

Faciliteiten:

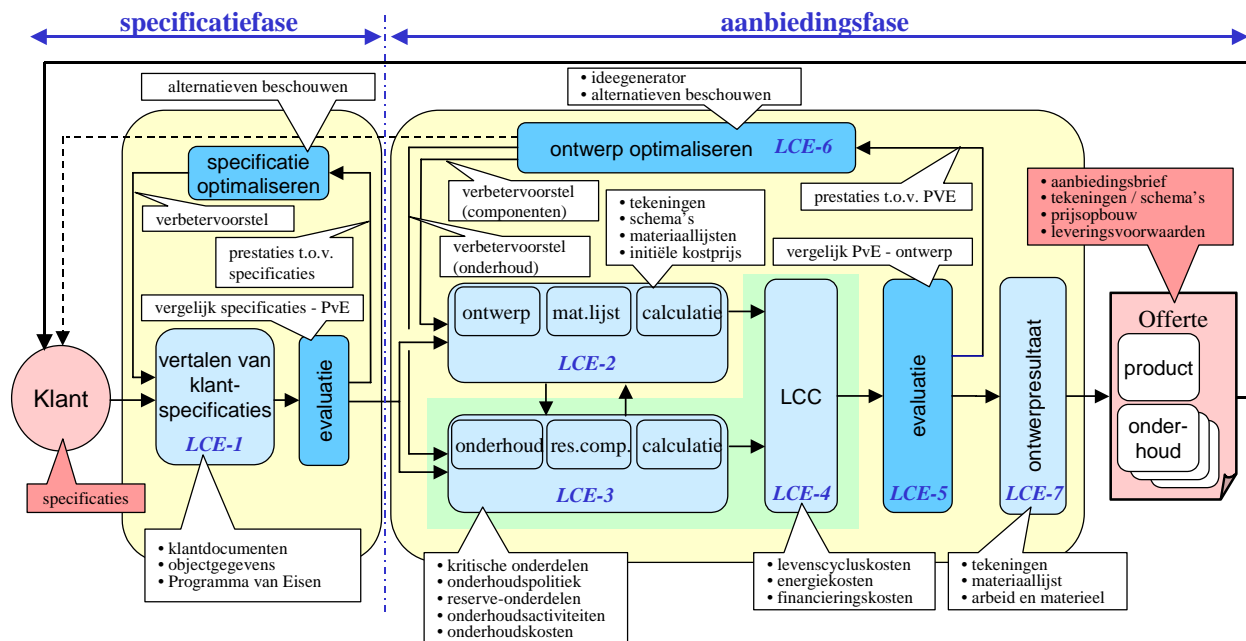
Het inbrengen van *klantspecificaties (input)*, het sturen van de processtappen volgens een *LCE-aanpak (regelen)* en gebruik maken van een hiertoe ingericht *Virtueel Installatie Bedrijf (ondersteunen)* zijn voorzieningen voor het ontwerpproces om de *ontwerpdocumenten van een verlichtingsinstallatie* volgens de werkwijze van Integraal Ontwerpen te produceren.

5.2 LCE-aanpak.

Life Cycle Engineering (LCE) kenmerkt zich zoals de naam al aangeeft door het ontwerpen met het oog op de gehele levensloop van een installatie, systeem of product. Bij Life Cycle Engineering wordt integraal en multidisciplinair ontworpen, waarbij niet alleen gekeken wordt naar de productaspecten die zich binnen de organisatie afspelen, maar waarin alle informatie betreffende de hele levensloop van een installatie (ontwerp-, installatie-, gebruiks- en amortisatiefase) integraal een rol speelt bij het nemen van ontwerpbeslissingen. Tevens wordt de ontwerp informatie ook doorgegeven naar de gebruiksfase, meestal in de vorm van handleidingen. Niet alleen kostenbesparing voor het installatiebedrijf zelf, maar ook kostenbesparingen voor de klant en de samenleving worden in het ontwerp meegenomen.

Het Virtueel Installatie Bedrijf voor het ontwerpen van verlichtingsinstallaties is ingericht volgens een LCE-aanpak. Deze algemene LCE-aanpak wordt in een aparte bijlage van dit rapport beschreven. In Figuur 5-3 wordt een overzicht van de processen en (deel)producten gegeven zoals het Virtueel Installatie Bedrijf is ingericht voor de voorbeeldcasus van een verlichtingsinstallatie. Dit ontwerpproces is ingericht

voor het opstellen van een aanbieding op basis van klantspecificaties. Activiteiten die hierbij doorlopen worden zijn kenmerkend voor het bedrijfsproces “Sales Engineering”.



Figuur 5-3: activiteiten binnen het bedrijfsproces “Sales Engineering”.

Tijdens het ontwerpproces van “Sales Engineering” worden op projectbasis een aantal verkoop- en engineeringactiviteiten uitgevoerd met het doel om een opdracht te verkrijgen. Het ontwerpproces start met de specificatiefase, het inventariseren en vertalen van klantenwensen voor een optimaal ontwerp voor de klant. Het resultaat van deze fase komt in één of meerdere iteraties tot stand en wordt vastgelegd in een Programma van Eisen (PvE) document. In feite wordt een kenniscreatieproces van “specificeren” en “optimaliseren” uitgevoerd totdat het gewenste resultaat bereikt is. Gedurende het specificatieproces wordt de in engineeringbestanden vastgelegde specificatiekennis van de verlichtingsinstallatie toegepast voor het vertalen van de klantspecificaties in een Programma van Eisen. De resultaten (prestaties) van dit proces worden voor evaluatie in een weegmodel uitgezet tegen de (gevraagde) klantenwensen. Op basis van een evaluatie kunnen verbetervoorstellen gegenereerd worden voor het optimaliseren van de ontwerpspecificaties. Door deze verbetervoorstellen te combineren met de reeds opgeslagen specificatiekennis kunnen deze daarna in een volgende specificatiecyclus opnieuw gebruikt worden om het resultaat (PvE) te verbeteren.

Tijdens de aanbiedingsfase wordt de PvE vertaald in een installatietekening, materiaallijst en initiële kostprijs van de verlichtingsinstallatie. Gelijktijdig wordt het onderhoud ontworpen en vastgesteld. Dit resulteert onder andere in een opsomming van kritische componenten die tijdens een opgegeven levensduur van de installatie vervangen moeten worden, het vaststellen van de onderhoudspolitiek, en het opstellen van een calculatie van de onderhoudskosten. Op basis van het ontwerp en het onderhoud worden de kosten over de levenscyclus van de verlichtingsinstallatie berekend. Hierin worden ook de kosten voor energie en financiering van de verlichtingsinstallatie meegenomen. Voordat tot een definitieve aanbieding van de installatie overgegaan wordt zal een evaluatie plaatsvinden. Hierin wordt hetgeen in de PvE is vastgelegd vergeleken met wat en in het ontwerp gerealiseerd is. Op basis van deze evaluatie is het mogelijk om de verlichtingsinstallatie te optimaliseren naar verschillende levenscyclusaspecten, bijvoorbeeld het toepassen van andere componenten met een lager energiegebruik en/of hogere betrouwbaarheid. Dit kan leiden tot wijzigingen in het ontwerp of het onderhoudsprogramma. Hiertoe wordt de ontwerpcyclus opnieuw doorlopen. Het eindresultaat van het ontwerpproces is het uitbrengen van een aanbieding voor het in opdracht verkrijgen van de

verlichtingsinstallatie. De aanbieding bestaat niet alleen uit de initiële kosten van de verlichtingsinstallatie zoals te doen gebruikelijk, maar ook uit de operationele kosten voor de opgegeven gebruiksperiode van de installatie.

In het proces van kenniscreatie volgens de LCE-aanpak worden activiteiten in één of meer cycli doorlopen om tot het gewenste en meest optimale resultaat voor de klant te komen. Voor iedere fase binnen het ontwerpproces worden de verkregen ontwerpresultaten in een weegmodel uitgezet tegen hetgeen gevraagd wordt. De hieruit verkregen resultaten van de evaluatie worden in het algemeen in een engineeringteam besproken. Hieruit kunnen eventueel verbetervoorstellen gedaan worden voor het optimaliseren van het ontwerp. De voorgestelde verbetervoorstellen worden verwerkt in een volgende ontwerpcyclus.

In Figuur 5-3 wordt het ontwerpproces van installaties volgens de LCE-aanpak op hoofdniveau weergegeven. Dit model is afgeleid van een generiek bedrijfsprocesmodel waarin de verschillende processen voor “Sales Engineering” in samenhang met de daartussen lopende informatiestromen (documenten) geanalyseerd zijn. Het doel en opzet van een bedrijfsprocesmodel wordt in Paragraaf 5.2.1 toegelicht. Een gedetailleerd plan dat basis is voor de afloop van het ontwerpproces en het verkrijgen van de resultaten met inzet van het Virtueel Installatie Bedrijf worden in een van het bedrijfsprocesmodel afgeleid activiteitenmodel weergegeven. De opzet en het doel van een activiteitendiagram als basis voor de inrichting van het Virtueel Installatie Bedrijf wordt in Paragraaf 5.2.2 toegelicht.

5.2.1 Bedrijfsprocesmodel.

Een bedrijfsprocesmodel wordt opgezet met het doel om relevante informatiestromen binnen het bedrijf te ontdekken en binnen de processen te positioneren. Als zodanig is het een hulpmiddel voor het afbakenen van het te realiseren informatiesysteem en de informatieanalyse om te komen tot het onderliggende informatiemodel voor het Virtueel Installatie Bedrijf. Het bedrijfsprocesmodel heeft niet als doel de werkwijze en procedures binnen een bedrijf exact en volledig te beschrijven, hiervoor worden activiteitendiagrammen opgezet. Het bedrijfsprocesmodel kan wel als basis dienen voor het opstellen van de werkwijze en procedures binnen het bedrijf (ISO-9000 normen).

Voor het specificeren van de relevante processen en informatiestromen voor het te ontwikkelen Virtueel Installatie Bedrijf is het primaire bedrijfsproces van “Sales Engineering” in kaart gebracht. Dit zijn de processen en informatiestromen die waardetoevoegend zijn voor het ontwerpen van installaties. Alleen technische processen en informatiestromen die hiermee direct te maken hebben worden in het model beschouwd. De informatiestromen welke tussen de processen worden weergegeven zijn onder andere digitale gegevens en documenten zoals overzichtslijsten en tekeningen. Het bedrijfsprocesmodel van het Virtueel Installatie Bedrijf is als bijlage aan dit document toegevoegd. Het procesmodel is opgezet volgens de IDEF-0 methode en is ingericht als referentiebedrijf dat actief is in de markt voor het ontwerpen, installeren en onderhouden van verlichtingsinstallaties. De invulling heeft alleen betrekking op de functie “Sales Engineering” waarbij de nadruk ligt op het levensloopgericht ontwerpen (LCE-aanpak). In het bedrijfsprocesmodel worden dan ook alleen de activiteiten van het ontwerpproces ter ondersteuning van het verkoopproces t/m het uitbrengen van een aanbieding weergegeven. Het totale bedrijfsprocesmodel is opgebouwd als een hiërarchie van processen en wordt in onderstaande diagrammen als onderdeel van het bedrijfsprocesmodel weergegeven:

- A-0 ET-installaties Integraal Ontwerpen (omgeving).
- A0 ET-installaties Integraal Ontwerpen (deelprocessen).
- A1 Ontwerpgegevens beheren.
- A2 Klantspecificaties verzamelen.
- A3 Ontwerpproces uitvoeren.
- A4 Installatie doorrekenen en evalueren.
- A5 Aanbieding maken.

In ieder diagram van het bedrijfsprocesmodel worden de volgende gegevens vastgelegd:

- Een algemene beschrijving van het proces van het diagram.
- Een korte omschrijving van de sub-processen binnen een diagram.
- Een korte omschrijving van de informatiestromen binnen een diagram.

5.2.2 Activiteitenmodel.

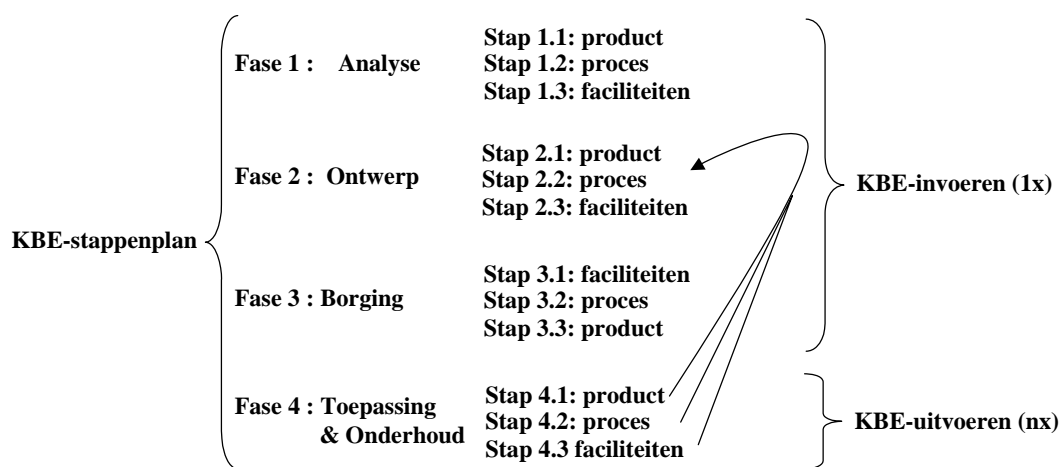
Een activiteitendiagram is een model waarin activiteiten en informatiestromen in hun samenhang in kaart gebracht worden vanuit de organisatie gezien. De focus ligt daarbij op een verzameling van activiteiten die door verschillende medewerkers (rollen) binnen een geselecteerd bedrijfsproces worden uitgevoerd. Een activiteitendiagram kan zowel beschrijvend als voorspellend zijn. Bij het beschrijvende model gaat het vooral om de feiten en het verkrijgen van een overzicht van de huidige situatie binnen het te beschouwen bedrijfsproces. Bij het voorspellende model gaat het voornamelijk om een beeld van de toekomstige situatie te schetsen en de consequenties van verschillende alternatieven te kunnen voorspellen. Het activiteitenmodel waarop het Virtueel Installatie Bedrijf is ontwikkeld wordt gekenmerkt door de andere werkwijze in de installatietechniek. Dit betreft een geautomatiseerde en geïntegreerde opzet van waaruit het Virtueel Installatie Bedrijf als informatiesysteem binnen het ontwerpproces ingezet wordt. Integratie van informatie en het vastleggen en hergebruiken van ontwerpgegevens staat hierbij centraal en overschrijdt hiermee de grenzen van de verschillende bedrijfsprocessen. Voor het ordenen van de bedrijfsprocessen en bestanden wordt het diagram in verschillende kolommen vastgelegd. Om onderscheid te maken tussen vastleggen van ontwerp kennis en hergebruik hiervan in projecten worden in de diagrammen twee gescheiden kolommen in het model gereserveerd. Op deze wijze is onderscheid te maken tussen bestanden waarin de basisgegevens en projectgegevens opgeslagen en beheerd worden.

Voor het vastleggen van de activiteiten als basis voor het vastleggen van de afloop van het ontwerpproces in het Virtueel Installatie Bedrijf zijn een aantal diagrammen opgezet. Deze diagrammen zijn in een bijlage bijgevoegd. De volgende bedrijfsprocessen zijn uitgewerkt:

- Klantspecificaties verzamelen.
- Ontwerpproces uitvoeren.
- Installatie doorrekenen en evalueren.
- Aanbieding maken.

6. Knowledge Based Engineering en VIB.

Voor het inrichten van een ontwerpsysteem als productconfigurator zoals het Virtueel Installatie Bedrijf dient de nodige ontwerp-kennis vastgelegd te worden in structuurmodellen en software. Voor het proces van “Sales Engineering” waarvoor het Virtueel Installatie Bedrijf is ontwikkeld en ingericht gaat het om ontwerp-kennis voor het configureren van ontwerpdocumenten in de specificatiefase en aanbiedingsfase. Het accent bij het vastleggen van kennis voor deze twee fasen ligt op een proces van innovatiecreatie gebaseerd in het opdoen en uitwisselen van ontwerp-kennis (socialiseren). Deze ontwerp-kennis wordt vastgelegd (geëxternaliseerd) in verschillende productmodellen en bibliotheekmodellen. Op basis van deze modellen wordt de kennis vastgelegd in daartoe ingerichte kennisbestanden (combineren) van het Virtueel Installatie Bedrijf. Hergebruik van deze ontwerp-kennis (internaliseren) met inzet van het Virtueel Installatie Bedrijf vindt plaats binnen het primaire proces van de onderneming. Binnen dit proces vindt productcreatie c.q. het ontwerp van installaties plaats binnen klantprojecten. De in deze projecten opgedane kennis kan opnieuw uitgewisseld worden (socialiseren) om “nieuwe” ontwerp-kennis vast te leggen in bestaande modellen en te combineren met de ontwerp-kennis in het Virtueel Installatie Bedrijf. Deze stappen worden zo vaak herhaald als er “nieuwe” ontwerp-kennis met “bestaande” ontwerp-kennis gecombineerd kan worden voor het toepassen c.q. hergebruik van de kennis in volgende klantprojecten. De hier beschreven afloop is overeenkomstig de KBE-aanpak die door TLO ontwikkeld is ter ondersteuning van leertrajecten waarbij een productconfigurator zoals het Virtueel Installatie Bedrijf ingericht en binnen het ontwerp-proces toegepast wordt. In Figuur 6-1 wordt het KBE-stappenplan opgedeeld in vier fasen; analyse (socialiseren door uitwisselen van kennis), ontwerp (externaliseren door modelleren van kennis), borging (combineren door vastleggen van kennis) en toepassing en onderhoud (internaliseren door hergebruik van kennis) van het KBE-model weergegeven.



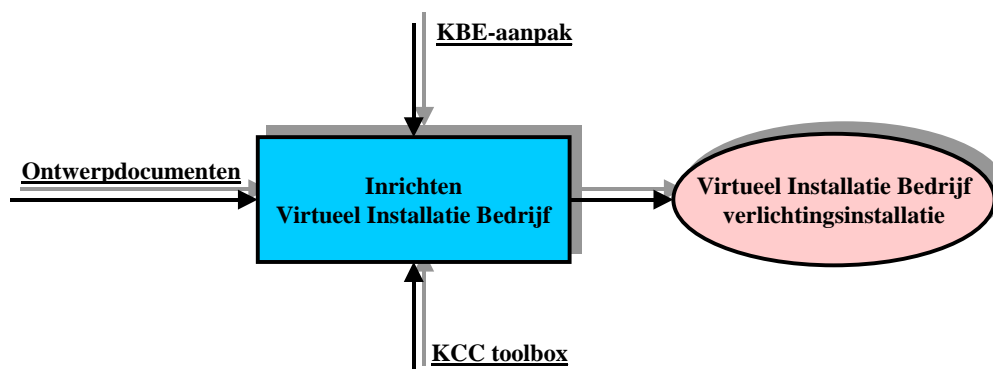
Figuur 6-1: KBE-stappenplan.

In Paragraaf 6.2 wordt het KBE-stappenplan als onderdeel van de KBE-aanpak beschreven om te komen tot de inrichting van een productconfigurator (Virtueel Installatie Bedrijf) waarmee het mogelijk is om eenvoudige verlichtingsinstallaties te configureren volgens de andere werkwijze volgens Integraal Ontwerpen.

6.1 Virtueel Installatie Bedrijf inrichten.

Het inrichten van het Virtueel Installatie Bedrijf betekent het “borgen” van het ontwerp, fase 3 van het KBE-stappenplan. Na het uitvoeren van deze fase kan het Virtueel Installatie Bedrijf ingezet worden voor het configureren van verlichtingsinstallatie in fase 4. Het toepassen van het Virtueel Installatie Bedrijf in de installatiepraktijk is in voorgaande Paragraaf 5.1 beschreven. Basis voor fase 3 zijn de in fase 2 van het KBE-stappenplan vastgelegde ontwerpdocumenten van de faciliteiten (modulen uit de KCC-toolbox), het proces (afloop van activiteiten voor het inrichten van het Virtueel Installatie Bedrijf) en het product

(Virtueel Installatie Bedrijf). Het uiteindelijke resultaat van deze fase is het product, een Virtueel Installatie Bedrijf ingericht als productconfigurator om het ontwerpproces van verlichtingsinstallaties te ondersteunen op basis van hergebruik van ontwerp-kennis. Kennis van Knowledge Based Engineering, en met name van de KBE-aanpak, is voorwaardelijk om een Virtueel Installatie Bedrijf op gestructureerde wijze voor een toepassing als het configureren van installaties in het productcreatieproces in te kunnen richten. Het systeemmodel volgens het PPF-paradigma wordt binnen iedere fase van de KBE-aanpak gehanteerd. Het inrichten van het Virtueel Installatie Bedrijf in fase 3 wordt schematisch in het systeemmodel van Figuur 6-2 weergegeven. Het Virtueel Installatie Bedrijf dat als product wordt weergegeven in het systeemmodel wordt tijdens het proces ingericht voor het ondersteunen van het ontwerpproces bij het configureren van verlichtingsinstallaties binnen projecten.



Figuur 6-2: systeemmodel waarin het Virtueel Installatie Bedrijf ingericht wordt voor het ontwerpproces van verlichtingsinstallaties.

Faciliteiten die in het model van figuur 6-2 gepositioneerd worden zijn de KBE-aanpak als sturing om het Virtueel Installatie Bedrijf in te richten vanuit de ontwerpdocumenten welke als inputfaciliteit tot de gewenste output leidt; een ingericht Virtueel Installatie Bedrijf voor het configureren van verlichtingsinstallaties. Het ontwerpproces voor het inrichten van het Virtueel Installatie Bedrijf voor verlichtingsinstallaties volgens de KBE-aanpak wordt in Paragraaf 6.2 beschreven. Hieronder worden voor het inrichten van het Virtueel Installatie Bedrijf de samenhang van het product, proces en faciliteiten volgens het PPF-paradigma van figuur 6-2 kort weergegeven.

Product:

Virtueel Installatie Bedrijf ingericht voor het kunnen configureren van het ontwerp van een verlichtingsinstallatie. De inrichting is gebaseerd op een vooraf uitgevoerde ontwerp vastgelegd in *ontwerpdocumenten* van onder andere de verlichtingsinstallatie. De inrichting komt tot stand door het uitvoeren van een aantal processtappen volgens de *KBE-aanpak* en met inzet van hiertoe ontwikkelde ICT-modulen van de *KCC-toolbox*.

Proces:

Uitvoeren van een aantal processtappen volgens de *KBE-aanpak* met inzet van modules uit de *KCC-toolbox* die worden samengesteld tot een productconfigurator het *Virtueel Installatie Bedrijf* met als doel het ontwerpen van verlichtingsinstallaties. De inrichting is gebaseerd op een vooraf uitgevoerde ontwerp vastgelegd in *ontwerpdocumenten* van de verlichtingsinstallatie.

Faciliteiten:

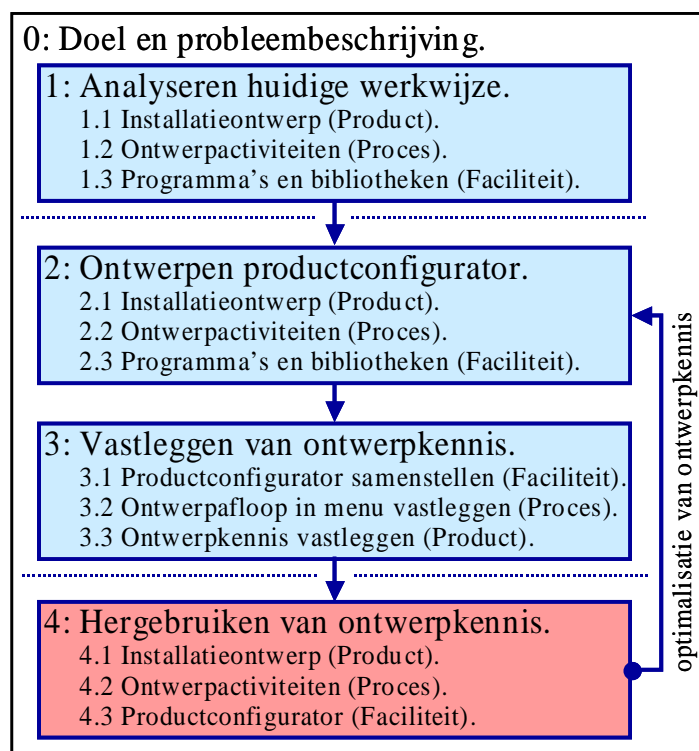
Het inbrengen van *ontwerpdocumenten* (*input*), het sturen van de processtappen volgens de *KBE-aanpak* (*regelen*) en gebruik maken van modules uit de *KCC-toolbox* (*ondersteunen*) zijn voorzieningen voor het inrichten van het *Virtueel Installatie Bedrijf*, in te zetten binnen het ontwerpproces van verlichtingsinstallaties volgens een LCE-aanpak gebaseerd op de andere werkwijze van Integraal Ontwerpen.

6.2 KBE-aanpak

De KBE-aanpak gebaseerd op Knowledge Based Engineering heeft tot doel om op gestructureerde wijze ontwerp-kennis vast te leggen en te onderhouden voor hergebruik tijdens het ontwerpproces van producten, systemen en installaties binnen projectgestuurde organisaties. Het ontwerp van een product, systeem of installatie komt tot stand op basis van vastgelegde ontwerp-kennis in een computerondersteund systeem zoals de productconfigurator, het Virtueel Installatie Bedrijf.

Knowledge Based Engineering is een methode voor het structureren en vastleggen van ontwerp-kennis van producten, systemen en installaties voor het inrichten van een productconfigurator zoals het Virtueel Installatie Bedrijf. Dit met het doel om de in engineeringbestanden vastgelegde ontwerp-kennis in een productcreatieomgeving in het primaire proces van een organisatie te hergebruiken voor het totstandkomen van projectafhankelijke producten, systemen of installaties.

Het invoeren van Knowledge Based Engineering in de organisaties van de installatiebranche is een complexe aangelegenheid. Door het toepassen van de KBE-aanpak met het daarin gedefinieerde stappenplan als leidraad maakt het mogelijk om stap voor stap kennis van eerder uitgevoerde projecten op gestructureerde wijze in modellen en engineeringbestanden vast te leggen voor hergebruik. De algemene KBE-aanpak wordt in een bijlage van dit rapport beschreven. In deze paragraaf worden de KBE-stappen voor het inrichten van het Virtueel Installatie Bedrijf toegelicht. Hierbij wordt rekening gehouden met de voorbeeldcasus voor het ontwerpen van een eenvoudige verlichtingsinstallatie. In het schema van 6-3 worden de vier fasen van het KBE-stappenplan afgestemd op een KBE-aanpak in de installatietechniek weergegeven.



Figuur 6-3: KBE-stappenplan afgestemd op een KBE-aanpak in de installatietechniek.

Het KBE-stappenplan in Figuur 6-3 is opgedeeld in vier fasen en komen overeen met de fasen in het algemene KBE-stappenplan in Figuur 6-1; analyse, ontwerp, borging en toepassing & onderhoud. Elke fase in het plan kent drie stappen afgeleid van het systeemmodel, het PPF-paradigma, waarin product, proces en faciliteiten worden beschouwd. Het product, proces en faciliteiten die beschouwd worden is afhankelijk van het verwachte resultaat van de betreffende fase. De fasering en stappen in Figuur 6-3

komen overeen met die van het algemeen KBE-stappenplan. De afloop in Figuur 6-3 is ingevuld voor het analyseren van de huidige werkwijze (fase 1, socialiseren door uitwisselen van kennis), het ontwerpen van de productconfigurator (fase 2, externaliseren door het modelleren van de kennis), het vastleggen van de ontwerp-kennis (fase 3, combineren van kennis in het VIB) en hergebruik van ontwerp-kennis (fase 4, internaliseren van kennis door toepassen van het VIB in de praktijk). Voorafgaand aan het uitvoeren van de stappen in zullen doel en probleemstelling geformuleerd worden. Het doel van het Virtueel Installatie Bedrijf is om de andere werkwijze volgens Integraal Ontwerpen met inzet van een productgenerator te visualiseren. De probleemstelling is om met het Virtueel Installatie Bedrijf het ontwerp-proces van eenvoudige verlichtingsinstallaties te ondersteunen. Op basis hiervan worden de vier fasen van het KBE-stappenplan doorlopen zoals in volgende paragrafen beschreven.

6.2.1 Analyseren huidige werkwijze, KBE fase 1.

In stap 1.1 van de eerste fase uit het KBE-stappenplan wordt als product een aantal installatietekeningen en documenten van verlichtingsinstallaties op basis van de gewenste informatiebehoefte geïnventariseerd en geanalyseerd. De resultaten van het onderzoek in deze stap worden voor het ontwerp in de volgende fase vastgelegd. Deze informatie omvat onder andere informatie over:

- Inventarisatie van de informatiebehoefte zoals documenten en tekeningen van het ontwerp.
- Opbouw en indeling van installatietekeningen van een verlichtingsinstallatie.
- Toepassen van richtlijnen, ontwerp-regels en normen bij het totstandkomen van het ontwerp.
- Overeenkomsten tussen verschillende onderdelen van een installatie.
- Verscheidenheid aan verlichtingsinstallaties.
- Bestemming van installatietekeningen, gebouw- en ruimtetypes.
- Toegepaste symbolen en standaards tijdens het ontwerp van installatietekeningen.
- Overzicht van componenten die worden toegepast.

In stap 1.2 wordt het ontwerp-proces waarbinnen installatietekeningen van een verlichtingsinstallatie tot stand komen in kaart gebracht. Dit huidige proces waarin ontwerpactiviteiten plaatsvinden kan beschreven worden in de vorm van bijvoorbeeld een bedrijfsprocesmodel en activiteitendiagram. Hierbij worden de onder andere volgende aspecten beschouwd:

- Activiteiten die uitgevoerd tijdens het ontwerp-proces van verlichtingsinstallaties.
- Volgorde van activiteiten zoals specificeren, tekenen, materiaalselectie, aanbieden enz.
- De informatievoorziening binnen activiteiten.
- Mate van hergebruik van ontwerp-kennis.
- Het leveren van toegevoegde waarde voor installatiebedrijf en klant.

In stap 1.3 worden de faciliteiten (input, regelen en ondersteunen) van de huidige situatie binnen het ontwerp-proces in kaart gebracht. Hierbij worden onder andere de volgende aspecten beschouwd:

- Programma's van Eisen, klantspecificaties (input-faciliteit).
- Toepassen van procesregeling en bedrijfsnormen (regelende-faciliteit).
- Benutting van symbool- en artikelbibliotheken (ondersteunende-faciliteit).
- Vorm waarin informatie wordt aangeboden.
- Aansluiting tussen faciliteiten en activiteiten in het ontwerp-proces.
- Welke instrumenten en systemen worden toegepast.

6.2.2 Ontwerpen productconfigurator, KBE fase 2.

In stap 2.1 van de tweede fase van het KBE-stappenplan wordt een productstructuur van de verlichtingsinstallatie ontworpen. Dit op basis van verkregen informatiebehoefte (tekeningen en documenten) uit de eerste fase van het KBE-stappenplan. Deze gegevens worden tijdens deze stap gemodelleerd in een generiek productmodel, het producttypemodel (PTM). Dit is een decompositie van het geheel naar de delen van de verlichtingsinstallatie aangevuld met voor het ontwerp relevante ontwerp-regels. Het model wordt ingevuld vanuit functies en attribuutspecificaties en daarbij gekozen oplossingen met producteigenschappen en gebruikte symbolen in de installatietekeningen. Het

producttypemodel van de verlichtingsinstallatie wordt in de vorm van een “hamburgermodel” en daarbij behorende ontwerpdocumenten met aanvullende ontwerpgegevens vastgelegd.

In stap 2.2 van deze fase wordt de afloop van het ontwerpproces voor verlichtingsinstallaties bepaald. Dit betreft uit te voeren ontwerpactiviteiten gebaseerd op de andere werkwijze voor Integraal Ontwerpen. Bij het ontwerpproces ligt de focus op het hergebruik van ontwerpgegevens welke in engineeringbestanden is vastgelegd. Ook de mogelijkheid voor het creëren van toegevoegde waarde voor het installatiebedrijf en de klant volgens de LCE-aanpak wordt in de afloop van het ontwerpproces meegenomen.

In stap 2.3 wordt het ontwerp van het Virtueel Installatie Bedrijf als productconfigurator opgezet. Dit is een faciliteit waarin ontwerpgegevens van het producttypemodel van de verlichtingsinstallatie samen met de afloop van het ontwerpproces worden ondergebracht. In deze fase wordt het functioneel en technisch ontwerp opgesteld met onder andere de samenstelling van programmamodules, menuprogramma's en kennisbibliotheken. Voor het ontwerp wordt gebruik gemaakt van eerder bij TLO ontwikkelde KCC-modules.

6.2.3 Vastleggen van ontwerpgegevens, KBE fase 3.

Stap 3.1 van fase 3 van het KBE-stappenplan start met de realisatie van de productconfigurator zelf om daarna in stap 3.3 de ontwerpgegevens in engineeringbestanden vast te leggen. Voor de realisatie wordt het ontwerp van deze faciliteit uit de vorige stap 2.3 uitgevoerd. Het resultaat van deze stap is een Virtueel Installatie Bedrijf samengesteld uit programmamodules voor het inrichten van het ontwerpproces en ontwerpgegevens.

In stap 3.2 van deze derde fase worden de afloop van het ontwerpproces om te komen tot het ontwerp van de verlichtingsinstallaties binnen het Virtueel Installatie Bedrijf gerealiseerd. In deze stap wordt de gebruikersinterface, het menuprogramma, gebaseerd op het in de ontwerpfase vastgelegd ontwerpproces gerealiseerd. Het resultaat is een Virtueel Installatie Bedrijf inclusief de gebruikersinterface gereed voor het invoeren van de eerder geanalyseerde ontwerpgegevens.

In stap 3.3 wordt het Virtueel Installatie Bedrijf gecompleteerd met het vastleggen van de ontwerpgegevens in de engineeringbestanden. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van onder andere het producttypemodel met bijbehorende kennisregels en bibliotheekmodellen uit de vorige ontwerpfase, stap 2.1. Na invoeren van de gegevens is het Virtueel Installatie Bedrijf operationeel en kan het ingezet worden voor het configureren van projectafhankelijke verlichtingsinstallaties.

6.2.4 Hergebruik van ontwerpgegevens, KBE fase 4.

In stap 4.1 van fase 4 van het KBE-stappenplan is gericht op het configureren van projectafhankelijke verlichtingsinstallaties (producten) met inzet van een hiertoe ingericht Virtueel Installatie Bedrijf. Het Virtueel Installatie Bedrijf wordt hierbij ingezet als productconfigurator in het primaire proces van het installatiebedrijf. Mogelijk komen tijdens het configureren van verlichtingsinstallaties “nieuwe” ontbrekende ontwerpgegevens of -oplossingen naar voren welke in aanmerking komen om vast te leggen in de engineeringdatabase van het Virtueel Installatie Bedrijf. Het toevoegen van “nieuwe” ontwerpgegevens aan de bestanden van het Virtueel Installatie Bedrijf is altijd mogelijk. Binnen het KBE-stappenplan kunnen wijzigingen in stap 2.1 geexternaliseerd worden in het producttypemodel van de installatie en bijbehorende bibliotheekbestanden. Daarna kunnen de gegevens in stap 3.3 gecombineerd worden met de al ingevoerde ontwerpgegevens in de databases van het Virtueel Installatie Bedrijf.

Stap 4.2 richt zich op het ontwerpproces dat uitgevoerd wordt met ondersteuning van het Virtueel Installatie Bedrijf. Dit ontwerpproces is ingericht volgens de afloop van activiteiten zoals vastgelegd in de ontwerpfase. De activiteiten binnen het ontwerpproces worden veelal door de engineers uitgevoerd. Mogelijk dat tijdens het ontwerpproces verbeteringen en/of uitbreidingen in afloop van activiteiten

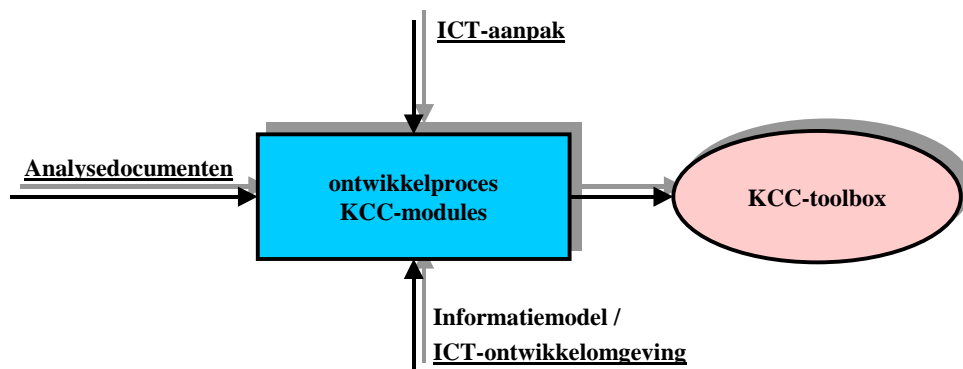
gewenst zijn. Binnen het KBE-stappenplan is het mogelijk deze aanpassingen door te voeren op binnen het bestaande ontwerp in stap 2.2 en vervolgens dit in stap 3.2 te realiseren.

In Stap 4.3 van deze fase ligt de focus op het Virtueel Installatie Bedrijf zelf. De werking van het Virtueel Installatie Bedrijf als ondersteunende faciliteit voor het configureren van verlichtinginstallaties staat centraal. Zo kunnen voorstellen voor functionele aanpassingen en optimalisatie van het systeem in stap 2.3 uitgewerkt worden. Vervolgens kan de aanpassing in het kader van onderhoud in stap 3.1 in het Virtueel Installatie Bedrijf worden geïmplementeerd.

7. ICT en het Virtueel Installatie Bedrijf.

Om het Virtueel Installatie Bedrijf voor meerdere toepassingen in de installatietechniek in te richten is voor een modulaire opbouw gekozen. Op basis hiervan is het Virtueel Installatie Bedrijf voor het ontwerpproces van eenvoudige verlichtingsinstallaties samengesteld uit een aantal ICT-modulen en een engineeringdatabase. De samenstelling van een Virtueel Installatie Bedrijf wordt afgestemd op de toepassing in het ontwerpproces en gewenste informatiebehoefte (tekeningen en documenten). Dit is bepalend voor de keuze van alfanumerieke-, grafische-, reken-, integratie- en kennisbeheermodulen en de hierop ingerichte engineeringdatabase. Met de ICT-modulen wordt de interactie tussen gebruiker(s) en engineeringdatabase vorm gegeven voor onder andere het invoeren van ontwerpgegevens in de engineeringdatabase en het genereren van documenten. Voor het inrichten van de engineeringdatabase en het ontwikkelen van de ICT-modulen is het informatiemodel een belangrijk gegeven. In het informatiemodel worden ontwerpgegevens op basis van de informatiebehoefte door middel van een informatieanalyse vastgelegd. Het informatiemodel voor toepassingen in de installatietechniek is gebaseerd op het ElektroTechnisch InformatieModel (ETIM). Voor het kunnen ontwikkelen in een modelgedreven architectuur (MDA) is het informatiemodel omgezet in een “Express”-omgeving. Om vanuit het informatiemodel in de “Express”-omgeving automatisch de engineeringdatabase en programmacode te genereren is door TLO een aantal generatieprogramma’s ontwikkeld, zie codegeneratie in Paragraaf 7.1.1.

De ontwikkelde ICT-modulen zijn ingericht voor het werken volgens Knowledge Based Engineering (KBE) voor het ondersteunen van kenniscreatie- en kenniscirculatieprocessen. De verzameling wordt daarom aangeduid als KCC-toolbox en bestaat uit een reeks generieke ICT-modulen waarmee een Virtueel Installatie Bedrijf samengesteld kan worden voor een of meer toepassingen in het ontwerpproces. Met inzet van de ICT-modulen is het mogelijk om ontwerp kennis in de engineeringdatabase vast te leggen voor hergebruik. In Figuur 7-1 wordt het systeemmodel voor het ontwikkelproces van de KCC-toolbox weergegeven.



Figuur 7-1: systeemmodel voor het ontwikkelproces van ICT-modules als onderdeel van de KCC-toolbox.

Het geanalyseerd informatiemodel dat als ondersteunende faciliteit in het systeemmodel van Figuur 7-1 wordt weergegeven is vastgelegd in een object georiënteerde “Express”-omgeving. Deze omgeving is onderdeel van een modelgedreven ICT-ontwikkelomgeving. Voor het ontwikkelen van de verschillende ICT-modulen voor toepassing in een omgeving van Life Cycle Engineering is een hierop afgestemde analyse vereist. De resultaten hiervan worden op basis van afspraken vastgelegd in analysedocumenten. Voor het ontwikkelen van de ICT-modulen wordt een aanpak gevolgd zoals weergegeven in de leidraad ICT-aanpak.

Hieronder worden voor het ontwikkelen van ICT-modules als onderdeel van de KCC-toolbox voor het Virtueel Installatie Bedrijf de samenhang van het product, proces en faciliteiten volgens het PPF-paradigma van figuur 7-1 kort weergegeven.

Product:

KCC-toolbox ingericht met alfanummerieke-, grafische-, integratie- en kennisbeheermodules waaruit een Virtueel Installatie Bedrijf samengesteld kan worden voor onder andere het ontwerpen van eenvoudige verlichtingsinstallaties. Het ontwikkelproces vindt plaats op basis van *analysedocumenten* van de te ontwikkelen ICT-modules. Vanuit hier worden in een aantal stappen volgens de leidraad *ICT-aanpak* en met inzet van enkele ontwikkelprogramma's en het *informatiemodel* binnen een *ICT-ontwikkelomgeving* modules gerealiseerd.

Proces:

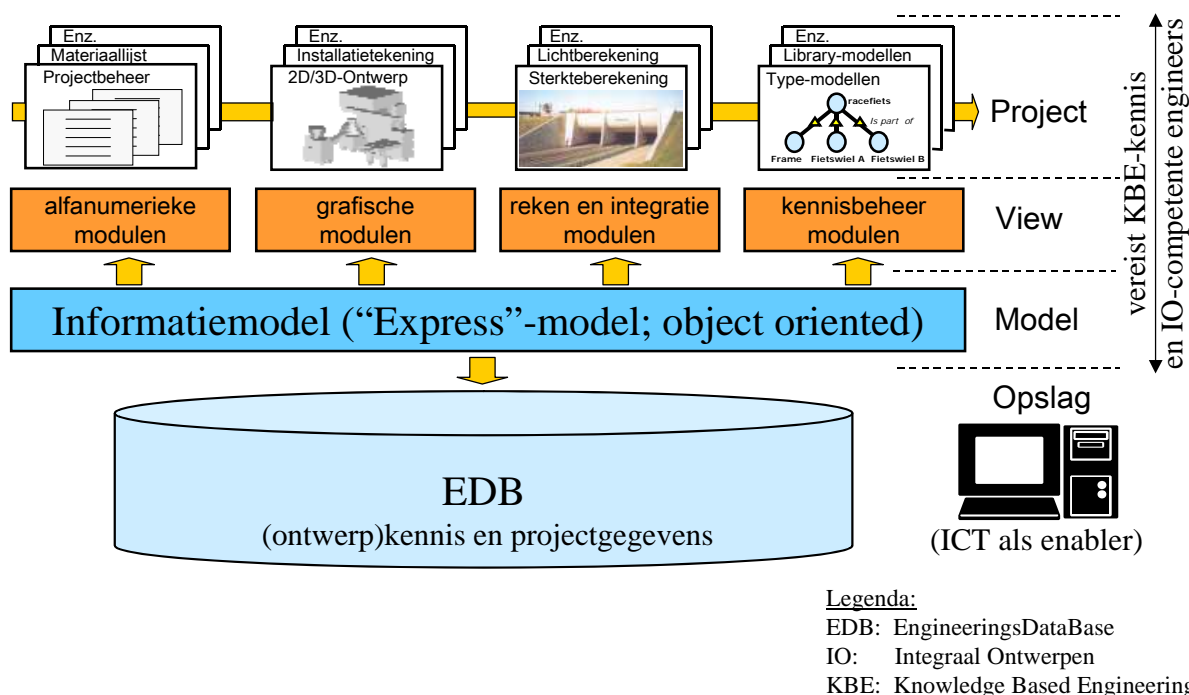
Uitvoeren van het *ontwikkelp proces* volgens de *ICT-aanpak* met inzet van ontwikkelprogramma's en het *informatiemodel* in een *ICT-ontwikkelomgeving* om ICT-modules als onderdeel van de *KCC-toolbox* te ontwikkelen waarmee het Virtueel Installatie Bedrijf voor het ontwerpen van eenvoudige verlichtingsinstallaties samengesteld kan worden. Ieder ontwerp is gebaseerd op de *analysedocumenten* van de ICT-modules.

Faciliteiten:

Het inbrengen van *analysedocumenten* (input), het sturen van het *ontwikkelp proces* volgens een *ICT-aanpak* (regelen) en gebruik maken van het *informatiemodel* en een *ICT-ontwikkelomgeving* (ondersteunen) zijn voorzieningen voor het *ontwikkelp proces* van de ICT-modules en het inrichten van de *KCC-toolbox*.

7.1 Systemarchitectuur Virtueel Installatie Bedrijf

Binnen de architectuur van het Virtueel Installatie Bedrijf neemt het informatiemodel een centrale plaats in. Veel onderzoek, analyse- en ordeningswerk heeft geresulteerd in een generiek toepasbaar informatiemodel. Dit informatiemodel is vertaald in een "Express"-omgeving waarin de objecten vanuit een informatiebehoefte (modellen, tekeningen en documenten) voor verschillende bedrijfsfuncties geanalyseerd en geordend zijn. Het ontstane informatiemodel is basis voor toegang en opslagstructuur van de ontwerpgegevens in de engineeringdatabase (EDB). De toegang tot de ontwerpgegevens is mogelijk door het inrichten en ontwikkelen van verschillende ICT-modules (views) waarmee gegevens vastgelegd, gewijzigd, gebruikt en gepresenteerd worden ter ondersteuning van het ontwerpproces. In Figuur 7-2 wordt op hoofdniveau een algemeen overzicht van de architectuur van het Virtueel Installatie Bedrijf weergegeven.



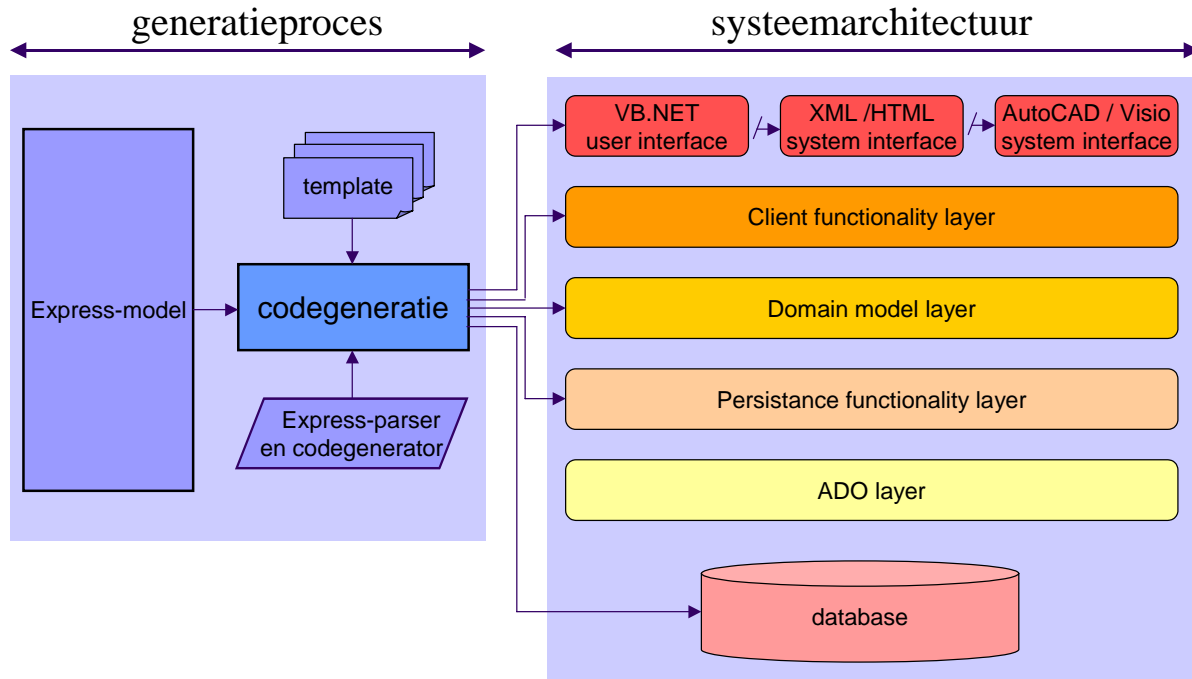
Figuur 7-2: architectuurschema Virtueel Installatie Bedrijf.

In het architectuurschema van het Virtueel Installatie Bedrijf worden een aantal voorbeelden van "viewdata" voor het ondersteunen van het ontwerpproces van klantprojecten weergegeven. Deze zijn te typeren naar vier soorten waarop modules worden ingericht; alfanumeriek, grafisch, reken, integratie en kennisbeheer. Modules toegepast voor ondersteuning van ontwerpactiviteiten als projectbeheer, relatiebeheer, documentbeheer, materiaallijst, onderhoudsplan en offerte worden als alfanumerieke modules getypeerd. Grafische modules zijn ter ondersteuning van ontwerpactiviteiten waarin het weergegeven van het ontwerp van een product, installatie of systeem in grafische vorm gewenst is zoals een 2D-ontwerp, 3D-ontwerp, installatietekening en -schema. Reken- en integratiemodules zijn ter ondersteuning van het ontwerpproces. Deze kunnen we onderscheiden in specifieke en algemene rekenmodules. Specifieke rekenmodules kunnen via een integratiemodule opgenomen worden binnen het in te richten ontwerpsysteem. Dit zijn berekeningen die met daartoe ontwikkelde softwarepakketten uitgevoerd worden zoals bijvoorbeeld sterkteberekeningen, lichtberekeningen en capaciteitsberekeningen. De input- en outputgegevens kunnen mogelijk via een daartoe ingerichte XML-link uitgewisseld worden. Onder algemene rekenmodules beschouwen onder andere modules voor kostprijs en levenscyclusberekening. Tenslotte onderkennen we modules voor kennisbeheer, deze modules zijn de kern voor een KBE-aanpak. Deze modules maken het mogelijk gemodelleerde ontwerpgegevens in de softwarebestanden op te slaan voor hergebruik. Gegevens die met modules voor kennisbeheer vastgelegd en beheerd worden zijn bijvoorbeeld typemodellen voor specificatie- en ontwerpgegevens en librarymodellen voor artikel- en calculatiegegevens.

De weergegeven systeemarchitectuur in Figuur 7-2 is bedoeld voor het inrichten van een ontwerpsysteem waarmee engineers installaties, systemen en producten kunnen ontwerpen op basis van hergebruik van de in het ontwerpsysteem vastgelegde ontwerpgegevens. Om het ontwerpsysteem voor een geselecteerde toepassing zoals het Virtueel Installatie Bedrijf voor het ontwerpen van een eenvoudige verlichtingsinstallatie is het beschikbaar hebben van een aantal "generieke" modules gewenst. Een keuze uit de modules van de KCC-toolbox vormen in combinatie met het "Express"-informatiemodel en de op basis hiervan ingerichte engineeringdatabase (EDB) de basis van het ontwerpsysteem. De engineeringdatabase en (nieuwe) programmamodellen kunnen via codegeneratie automatisch tot stand worden gebracht zoals in de volgende paragraaf wordt beschreven.

7.1.1 Codegeneratie engineeringdatabase en programmadelen

De codegeneratie wordt in relatie tot de modelgedreven systeemarchitectuur van het Virtueel Installatie Bedrijf en de daaraan gerelateerde applicaties in figuur 7-3 op schematische wijze weergegeven.



Figuur 7-3: codegeneratieproces versus systeemarchitectuur Virtueel Installatie Bedrijf.

In het linker deel van het schema wordt het generatieproces van de (programma)code en database op basis van het “Express”-model weergegeven en in het rechter deel de systeemarchitectuur van het Virtueel Installatie Bedrijf. Het “Express”-model links in het schema bevat gegevens op basis van het NIAM-informatiemodel volgens ETIM. De systeemarchitectuur rechts in het schema is dus een modelgedreven ontwikkeling. De door TLO ontwikkelde “Express-parser en codegenerator” links in het schema ontleedt de gegevens van het “Express”-model en genereert met behulp van templates met basiscode de gewenste programmacode. Voor iedere laag exclusief de ADO layer en inclusief de database binnen de systeemarchitectuur is een template ontwikkeld. Binnen de systeemarchitectuur zijn de lagen vanuit de “domain model layer” in te delen naar twee richtingen; “backend” in de richting van dataopslag en beheer (database) en “frontend” richting gebruikers- en systeeminterfaces (applicaties). De systeemarchitectuur kent de volgende lagen c.q. elementen:

- *Domain model layer*; deze laag behoort tot het “backend” gedeelte waarbij de nadruk op de ligt op de datastructuur volgens het informatiemodel. In deze laag worden de modelgegevens voor objecten op basis van het informatiemodel vastgelegd en bewaakt. Het betreft onder andere structuur en integriteit. Alle ontwerpgegevens tussen de applicaties en database worden uitgewisseld op basis van deze laag!
- *Persistence functionality layer*; in deze laag die behoort tot het “backend” gedeelte vindt de vertaling van objecten plaats vanuit het model voor opslag in een database. Deze vertaling is basis voor een databasemanagementsysteem die vertolkt wordt door de “ADO-layer” en omgekeerd.
- *ADO layer*; de “Accelerator Device Object”-interfacelaag is het database management component voor het uitvoeren van opdrachten met betrekking tot opslag en beheer van de gegevens binnen een daartoe geselecteerde (relationele) database. De laag behoort tot het “backend” gedeelte.

- *Database*; hierin worden gegevens van objecten opgeslagen en beheerd. De database is onderdeel van het “backend” gedeelte van de systeemarchitectuur.
- *Client functionality layer*; in deze laag die behoort tot het “frontend” gedeelte vindt een vertaling plaats op basis van het model richting de verschillende gebruikers- en systeeminterfaces.
- *User-, system interface layers*; via deze laag van de “frontend” vindt interactie met de buitenwereld (gebruikers en systemen) plaats. In de systeemarchitectuur kan onderscheid gemaakt worden in meerdere typen van interfaces, bijvoorbeeld; gebruikersinterface voor alle alfanumerieke schermen en lijsten (VB.NET), systeeminterfaces (XML / HTML) en grafische systeeminterfaces voor CAD en Visio. De gekozen oplossing is afhankelijk van de omgeving en gekozen techniek waarmee ze communiceren. Dit wordt per applicatie c.q. systeem bepaald. Doordat alle ontwerpgegevens worden uitgewisseld via de “data model layer” kan het aantal interfaces beperkt worden (1:n in plaats van n:n)!

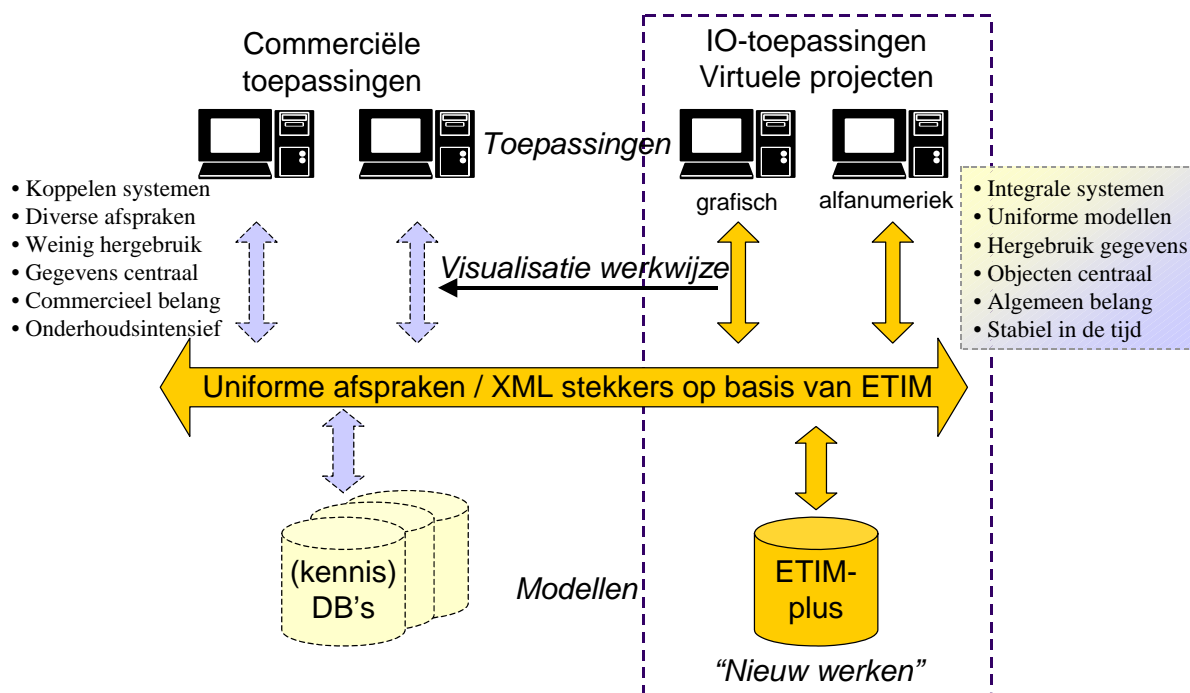
Het genereren van (programma)code door de codegeneratie vanuit het Express-model is voor het grootste deel binnen de genoemde lagen van de systeemarchitectuur automatisch (alleen voor de eerste keer) te realiseren. Voor de user- en systeem interfaces zal een deel nog handmatig gecodeerd worden. Een en ander is sterk afhankelijk van de omgeving (gekozen techniek) plus de mate van hergebruik. De (programma)code wordt per applicatie en per laag gegenereerd.

7.1.2 Uitwisselen van gegevens via XML.

Het is zaak dat de technici de beschikbare informatiesystemen zowel grafische als alfanumeriek beter gaan benutten door classificatie, productstructurering, delen van productmodellen en hergebruik van eerder uitgevoerde projecten met behulp van toepassingsgerichte applicaties (parametrisch niveau). Dit is haalbaar omdat de ICT-systemen in toenemende mate over in- en export stekkers (XML op basis van ETIM) gaan beschikken die overdracht van productdata op uniforme wijze mogelijk maakt. Het “Express”-model in combinatie met XML (*eXtensible Markup Language*) biedt de mogelijkheid tot integratie van systemen met een “eigen” bestandsformaat. Hierdoor kunnen de gegevens naar “eigen” inzicht gestructureerd worden. Dit maakt het mogelijk om informatiesystemen, zowel grafische als alfanumeriek, beter, breder en op integrale wijze te benutten. Classificatie, productstructurering en het “delen” van generieke productmodellen vanuit toepassingsgerichte applicaties (parametrisch niveau) spelen daarbij een belangrijke rol. Een en ander is haalbaar omdat de ICT-systemen in toenemende mate over in- en export stekkers (XML op basis van ETIM) kunnen beschikken. Dit maakt het mogelijk om overdracht van productdata op uniforme wijze plaats te laten vinden zoals in figuur 7-4 schematisch weergegeven wordt.

Het gedeelte dat in het schema omkaderd is maakt deel uit van het Virtueel Installatie Bedrijf. Hiermee wordt het anders werken in de installatietechniek gevisualiseerd. Vanuit het Virtueel Installatie Bedrijf kan via XML een link tot stand gebracht worden met de externe artikelbestanden van 2BA, een gemeenschappelijke (kennis)database voor de installatiebranche gebaseerd op ETIM artikelclassificatie. Op deze wijze is het ook mogelijk dat om (bestaande) commerciële toepassingen via XML een link te leggen naar bestanden in de database van het Virtueel Installatie Bedrijf. Het schema van Figuur 7-4 toont verder aan dat integrale systemen op basis van uniforme modellen als ETIM aansluiten op andere kennisdatabases gebaseerd op ISO 13584 zoals 2BA, Baan, SAP, enz.

XML is een platform- en machineonafhankelijk opmaaktaal die wordt ondersteund door een nieuwe generatie webservers (browsers). Een XML-parser kan gestructureerde gegevens ontleden en bijvoorbeeld naar een voor de gebruiker gewenst systeem (applicatie) doorgeven. XML kan overal toegepast worden waar informatie opgeslagen en gepresenteerd wordt, vooral voor het uitwisselen van informatie tussen computers.

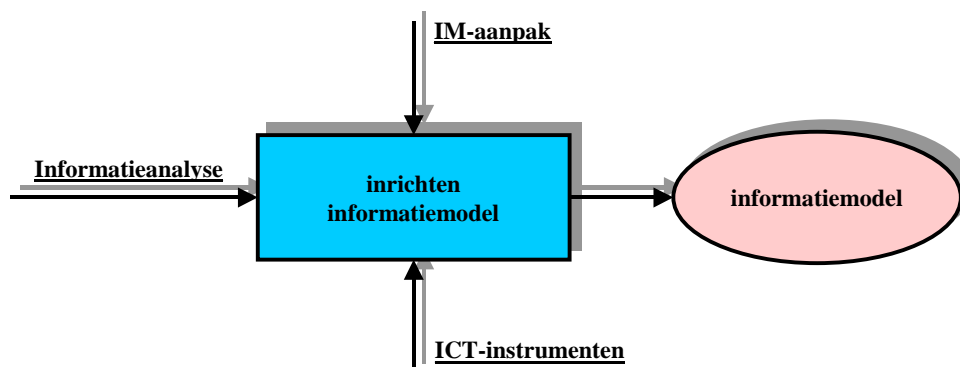


Figuur 7-4: uitwisselen van gegevens op basis van XML.

7.2 Informatiemodel.

Het informatiemodel van het Virtueel Installatie Bedrijf voorziet in een raamwerk voor het structureren van ontwerp-kennis en informatiebehoefte voor het opslaan van de gegevens in een database. Omdat het Virtueel Installatie Bedrijf een beeld geeft van "anders werken in de installatietechniek" gebaseerd op Knowledge Based Engineering (KBE) is het bestaande informatiemodel ETIM hierop inhoudelijk uitgebreid. Het informatiemodel van het Virtueel Installatie Bedrijf is basis voor het inrichten van de engineering-database en het ontwikkelen van ICT-modulen. Het informatiemodel komt tot stand vanuit een analyse van een of meer voorbeelddocumenten (informatieanalyse) waarbij de informatie op gestructureerde wijze volgens de analysemethode FCO-IM (Fully Communication Oriented Information Modelling) als informatiemodel vastgelegd wordt. Het informatiemodel voor het Virtueel Installatie Bedrijf bevat onder andere structuren voor het vastleggen van projectonafhankelijke en projectafhankelijke ontwerpgegevens. Het informatiemodel in FCO-IM is omgezet in de formele taal van Express. Deze "Express"-omgeving is geschikt voor menselijke interpretatie (Express-G) en computerinterpretatie (Express). Op basis van een informatiemodel dat is vastgelegd in een uniforme syntax is het mogelijk om voor verschillende gebieden met herleidinglogica (deel)producten te genereren zoals in Paragraaf 7.1.1 wordt beschreven. Deze aanpak is ook wel bekend onder de naam Model Driven Architecture (MDA).

In figuur 7-5 wordt het systeemmodel voor het inrichten van het informatiemodel weergegeven. Op basis van de informatieanalyse, procesbeschrijvingen en voorbeelddocumenten komt het informatiemodel tot stand. De stappen die hierbij doorlopen worden zijn in de leidraad voor informatie modelering (IM-aanpak) als onderdeel van de ICT-aanpak vastgelegd. Gedurende het inrichten van het informatiemodel wordt bij het analyseren en genereren gebruik gemaakt van ICT-instrumenten.



Figuur 7-5: systeemmodel voor het inrichten van het informatiemodel.

Hieronder worden voor het inrichten van het informatiemodel van het Virtueel Installatie Bedrijf de samenhang van het product, proces en faciliteiten volgens het PPF-paradigma van figuur 7-5 kort weergegeven.

Product:

Informatiemodel dat ingericht wordt op basis van de *informatieanalyse* waarin bedrijfsprocessen en voorbeelddocumenten opgenomen zijn voor het genereren van de informatiebehoefte van het Virtueel Installatie Bedrijf. De stappen om te komen tot het *inrichten van het informatiemodel* vindt plaats volgens een *IM-aanpak* zoals beschreven in de leidraad *ICT-aanpak* met inzet van *ICT-instrumenten*.

Proces:

Inrichten van het informatiemodel op basis van de informatieanalyse volgens de *IM-aanpak* met inzet van *ICT-instrumenten* met als resultaat het *informatiemodel* in een “Express”-omgeving voor het inrichten van de engineeringdatabase en het ontwikkelen van *ICT-modulen* voor het Virtueel Installatie Bedrijf.

Faciliteiten:

Het inbrengen van *informatieanalyse* (input), het sturen van het inrichtingsproces volgens een *IM-aanpak* (regelen) en gebruik maken van het *ICT-instrumenten* (ondersteunen) zijn voorzieningen voor het *inrichten van het informatiemodel* als basis voor de engineeringdatabase en *ICT-modulen*.

7.3 ICT-aanpak.

De *ICT-aanpak* welke tijdens het ontwikkelen van het Virtueel Installatie Bedrijf gevolgd is, wordt beschreven in een algemene leidraad *ICT-aanpak*. Deze leidraad is als bijlage aan het document toegevoegd. In de leidraad *ICT-aanpak* wordt de werkwijze voor het inrichten van het informatiemodel en de te volgen ontwikkelstappen om te komen tot de inrichting van het ontwerpsysteem het “Virtueel Installatie Bedrijf” beschreven. In deze Paragraaf wordt ingegaan op het positioneren van de *ICT-modulen* van het Virtueel Installatie Bedrijf in relatie tot de integratieniveau’s.

7.3.1 Positioneren van modulen naar integratieniveau.

Zoals in Figuur 7-6 wordt weergegeven kunnen verschillende integratieniveaus onderkend worden. Door het onderkennen van deze zogenaamde instapniveaus is het mogelijk om in meerdere ontwikkelstappen met het Virtueel Installatie Bedrijf te komen tot het gewenste automatiseringniveau. Bij iedere ontwikkelstap kan de *ICT-aanpak* gevolgd worden zoals in de leidraad beschreven.

Product Type Modellen (PTM)

Generieke productstructuren vastleggen en beheren (1 x)
Kennisintegratie (niveau 6)
Beslisregels (niveau 5)

Product Library Modellen (PLM)

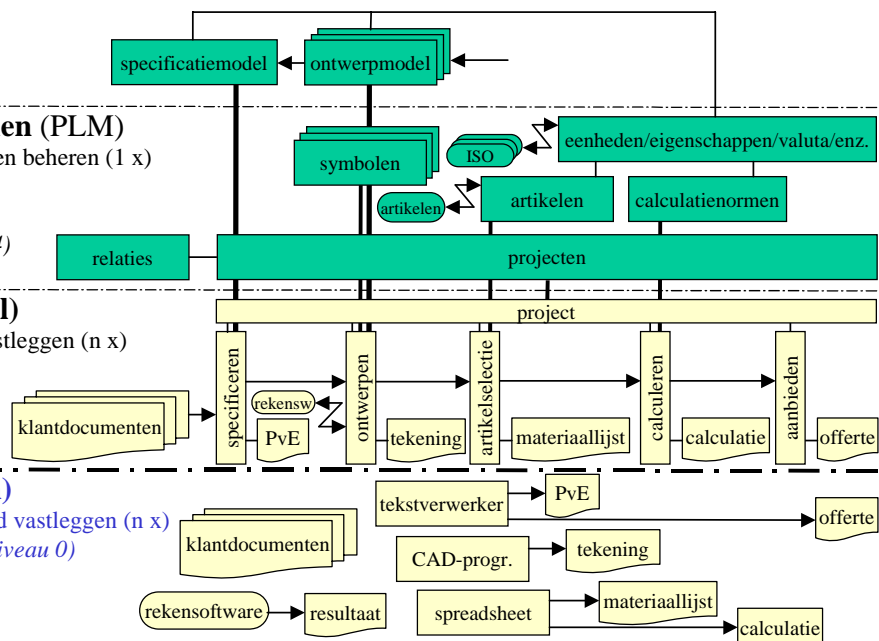
Specifieke gegevens vastleggen en beheren (1 x)
Integratie normbestanden
Integratie externe bibliotheken
Standaard bibliotheken (niveau 4)

Projectuitvoer (integraal)

Projectgegevens geïntegreerd vastleggen (n x)
Integratie rekensoftware
Applicatie Integratie (niveau 3)
Databaseapplicaties (niveau 2)
Procesintegratie (niveau 1)

Projectuitvoer (eilanden)

Projectgegevens niet geïntegreerd vastleggen (n x)
Huidige (klassieke) werkwijze (niveau 0)



Figuur 7-6: integratieniveaus Virtueel Installatie Bedrijf.

Het gedeelte projectuitvoer van het schema in Figuur 7-6 betreft het feitelijke ontwerpproces waarbij projectafhankelijke ontwerpgegevens opgeslagen worden. De ICT-modulen die hier ingezet worden zijn bepaald door de te doorlopen procesactiviteiten. Zo is het Virtueel Installatie Bedrijf voor het ontwerpen van een verlichtingsinstallatie ingericht volgens de LCE-aanpak zoals beschreven in Hoofdstuk 5. Het gedeelte van de Product Library en Product Type Modellen wordt ingericht volgens de KBE-aanpak die in Hoofdstuk 6 beschreven wordt. De in het schema weergegeven instapniveaus 0 t/m 6 worden hierna kort toegelicht.

Niveau 0; werkwijze met deeloplossingen.

Er wordt in de organisatie gewerkt met niet geïntegreerde deeloplossingen (eilanden) waarmee de gewenste informatiebehoefte gerealiseerd wordt. De gebruiker houdt zelf een projectportfolio bij waarin losse documenten beheerd worden. Ondersteuning vindt vooral plaats in de vorm van standaard kantoorautomatisering, en dan in het bijzonder door een tekstverwerker, een spreadsheetapplicatie en een tekenpakket. Het probleem dat zich voor kan doen is dat documenten onvindbaar zijn, processen niet inzichtelijk, fouten optreden bij invoeren van gegevens en weinig afspraken die vastgelegd worden.

Niveau 1; toepassen van procesintegratie.

Er wordt in de organisatie gewerkt met projecten als uitgangspunt, dit is het vertrekpunt van procesintegratie. Procesintegratie wordt bereikt door projecten centraal te stellen, en documenten aan die projecten te koppelen. De gebruiker houdt niet langer zelf een projectportfolio bij met losse documenten, maar beheert deze in een digitaal projectportfolio waarin alle documenten aan een project(nummer) gekoppeld worden. Het soort document varieert hierbij, veelal worden tekstbestanden, spreadsheets en tekeningen toegepast. Ondersteuning vindt vooral plaats in de vorm van standaard kantoorautomatisering, en dan in het bijzonder door een tekstverwerker, een spreadsheetapplicatie en een tekenpakket. In de werkwijze op dit niveau zijn eerder genoemde problemen van terugvinden van documenten en het overzicht hebben van processen opgelost. In de werkwijze op dit niveau doen zich nog steeds de problemen voor van fouten tijdens invoeren van gegevens en weinig afspraken die vastgelegd worden.

Niveau 2: invoeren van databasetoepassingen.

Er wordt in de organisatie gewerkt met één gezamenlijke database waarin gegevens van engineeringprocessen samenkomen. Op deze database opereren databasetoepassingen, de gegevens zijn dus niet langer gefragmenteerd aanwezig in meerdere documenten maar wordt verzameld in één gegevensbestand. De applicaties werken binnen deze database onafhankelijk van elkaar: Er vindt dus geen uitwisseling van informatie plaats tussen applicaties. De gebruiker plaatst binnen zijn digitale projectportfolio niet meer uitsluitend tekstbestanden, spreadsheets en tekeningen, maar hij verkrijgt ook informatie met databaseapplicaties die hem ondersteunen de benodigde gegevens vast te leggen en te gebruiken. Ondersteuning vindt plaats in de vorm van databaseapplicaties waarin eisen gesteld worden aan de structuur (*welke* informatie wordt vastgelegd). Deze structuur wordt bepaald door een onderliggend informatiemodel dat is gevormd op basis van analyse van de informatiebehoefte. Er worden nog geen eisen gesteld aan de semantiek van de gegevens (*hoe* die informatie moet worden vastgelegd). De gebruiker voert gegevens gewoon als vrije tekst in. Zo is bijvoorbeeld een artikel in een materiaallijst niet gebonden aan enige vorm van classificatie. Standaard kantoorautomatisering (tekstverwerker, spreadsheet, tekenapplicatie) verliest hier terrein ten opzichte van de databaseapplicaties en zullen voor de primaire processen in mindere mate worden toegepast. Volgens deze werkwijze worden eerder genoemde problemen ten dele opgelost, er treden minder fouten op bij het invoeren van gegevens. De volgende problemen doen zich nog voor zoals fouten bij het overnemen en interpreteren van gegevens en weinig afspraken die vastgelegd worden.

Niveau 3: toepassen van applicatieintegratie.

Er wordt in de organisatie gewerkt met procedures waarin de uitwisseling van informatie tussen applicatie geregeld wordt. Dit in aanvulling op de gemeenschappelijke database met onafhankelijke applicaties die in de organisatie in gebruik zijn. De gebruiker beheert zijn informatie met databaseapplicaties op één database en past hierbij een gestandaardiseerde werkwijze met procedures toe om de integratie te bewaken. Ondersteuning vindt plaats in de vorm van rapportagefuncties in databaseapplicaties (om gelijkheid van informatie tussen applicaties te bewaken) en in de vorm van procedures. In de werkwijze op dit niveau zijn eerder genoemde problemen ten dele opgelost doordat er minder overname- en interpretatiefouten optreden. Afspraken worden nog te weinig vastgelegd en er is een gebrek aan procedures.

Niveau 4: toepassen van normalisatie & standaardisatie.

Er wordt in de organisatie gewerkt met bibliotheken/stambestanden. Deze bestanden hebben tot doel het hergebruik te bevorderen op basis van afspraken (kennis vastleggen voor hergebruik). Het aanbrenge van normbestanden impliceert dat het primair proces van de organisatie klantafhankelijk wordt gemaakt. De kanteling van klantspecifiek naar generiek wordt hierdoor bereikt. Dit betekent feitelijk de eerste opening naar de kenniseconomie. De gebruiker past de eerder genoemde databaseapplicaties toe, en gebruikt daarnaast applicaties voor het beheren van stambestanden. Ondersteuning vindt plaats door twee soorten applicaties, applicaties ter ondersteuning van het primaire proces en applicaties die stambestanden inrichten voor het primaire proces. In de werkwijze op dit niveau worden afspraken nog te weinig vastgelegd en er is nog steeds een gebrek aan procedures.

Niveau 5: beslisregels toevoegen op basis van ontwerp-kennis (typemodellen inrichten).

Er wordt in de organisatie ontwerp-kennis vastgelegd op basis van gekozen oplossingen (dit kan op basis van “best practices” of op basis van standaardisatie). De gebruiker past de eerder genoemde databaseapplicaties en applicaties voor het beheren van stambestanden toe. Bovendien wordt gebruik gemaakt van applicaties voor het beheren van beslisregels. Ondersteuning vindt plaats door drie soorten applicaties: applicaties ter ondersteuning van het primaire proces, applicaties die stambestanden inrichten voor het primaire proces en nieuw op dit niveau zijn applicaties die beslisregels vastleggen op basis van ontwerpgegevens. Voordeel is dat er gewerkt wordt met procedures.

Niveau 6: kennisintegratie.

Er wordt in de organisatie gewerkt met een productconfigurator waarin alle productkennis geïntegreerd wordt aangeboden voor het computerondersteund ontwerpen van een product, systeem of installatie (afhankelijk waarvoor deze is ingericht). De gebruiker past deze productconfigurator in het ontwerpproces toe. Ondersteuning vindt plaats door een ingerichte productconfigurator. De productconfigurator biedt een oplossing voor het probleem procesintegratie en verhoogt de kennisproductiviteit door vastleggen en hergebruik van ontwerpgegevens. In de werkwijze op dit niveau zijn eerder genoemde problemen volledig opgelost.

7.3.2 Inrichting Virtueel Installatie Bedrijf

De ontwikkeling volgens de ICT-aanpak heeft geresulteerd in een Virtueel Installatie Bedrijf gebaseerd op een Model Driven Architecture (MDA). Het Virtueel Installatie Bedrijf is samengesteld uit een aantal ICT-modulen en een op het “Express”-informatiemodel ingerichte engineeringdatabase (EDB). Specifieke rekenmodules voor het maken van een licht- en/of capaciteitsberekeningen zijn in het Virtueel Installatie Bedrijf niet gerealiseerd. Rekenmodules voor het berekenen van onder andere de kostprijs van de installatie en levenscycluskosten worden met behulp van een elektronisch rekenblad (MS Excel) integraal in het Virtueel Installatie Bedrijf uitgevoerd. De ontwerpgegevens worden via een daartoe ingerichte standaardverbinding uitgewisseld. Hieronder wordt een overzicht gegeven van de ICT-modulen welke volgens de ICT-aanpak gerealiseerd zijn:

Alfanumerieke modulen:

- Projectbeheer.
- Relatiebeheer.
- Documentbeheer.
- Objectbeheer (gebouw).
- Specificatiebeheer.
- Artikelselectie (materiaalstaat).

Grafisch:

- Symbolen.
- Installatietekening.

Kennisbeheer:

- Normgegevens (eigenschappen, eenheden, artikelklassen enz.).
- Bibliotheekgegevens (symbolen, artikelen, enz.).
- Grafische symbolen (installatietekening).
- Ontwerpgegevens (PTM installatietekening enz.).

Rekenbladen:

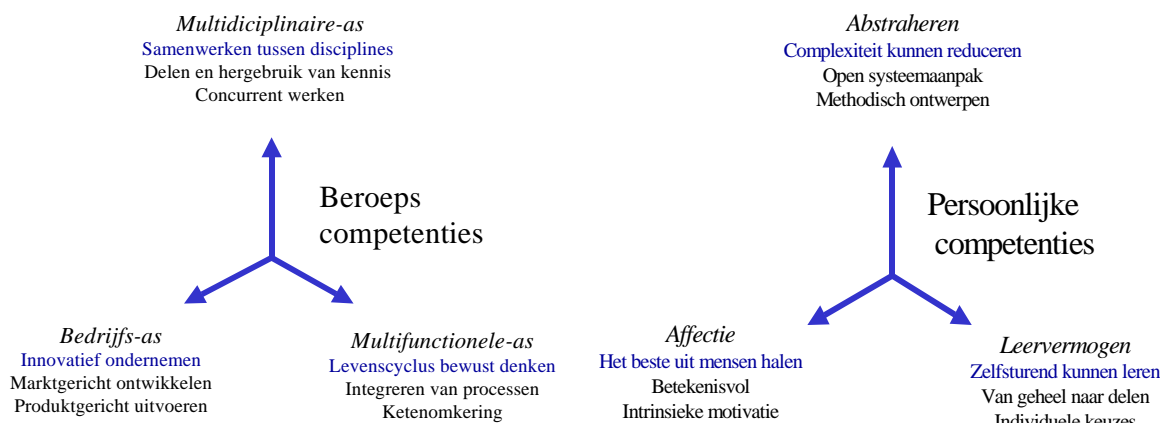
- Calculatie installatie (initieel).
- Calculatie onderhoud (operationeel).
- Levenscycluskosten (initieel en operationeel).
- Evaluatiegegevens (technisch ontwerp).
- Normgegevens (tariefgroepen, calculatietijdnormen, tarieven materieel en energie).

8. Inzetgebieden in installatietechniek.

Het doel van het Virtueel Installatie Bedrijf is het ondersteunen van het ontwerpproces door klantinstallaties, -systemen en -producten te ontwerpen op basis van hergebruik van de in een engineeringdatabase vastgelegde ontwerp kennis. Het Virtueel Installatie Bedrijf ondersteunt hiermee het proces van kenniscreatie gebaseerd op de werkwijze van Integraal Ontwerpen. Het Virtueel Installatie Bedrijf is ontwikkeld om ingezet te worden voor het verwerven van competenties die “anders werken in de installatietechniek” volgens Integraal Ontwerpen vereisen. Het inrichten van een leer- /werkomgeving met daarin opgenomen het Virtueel Installatie Bedrijf visualiseert dit proces. Om een beeld te geven van de werkwijze is in de engineeringdatabase van het Virtueel Installatie Bedrijf ontwerp kennis vastgelegd waarmee eenvoudige verlichtingsinstallaties ontworpen kunnen worden. Vanuit hier kan het Virtueel Installatie Bedrijf in de leer-/werkomgeving verder uitgebreid en ingericht worden. Het is mogelijk om het Virtueel Installatie Bedrijf voor meerdere producten, systemen en installaties die tot het domein van de installatietechniek behoren in te richten. Hiervoor zijn in het kader van dit deelproject drie leidraden ontwikkeld (LCE-aanpak, KBE-aanpak en ICT-aanpak). Deze leidraden zijn eerder in dit document beschreven. Het Virtueel Installatie Bedrijf maakt het dus mogelijk om op gestructureerde wijze tot voorbeeldapplicaties uit de installatiepraktijk te komen waarmee de nieuwe IO-werkwijze op basis van de installatiepraktijk inzichtelijk wordt gemaakt. Het Virtueel Installatie Bedrijf is daarmee als digitaal instrument ter ondersteuning van het proces van “scholen” en “opscholen” in de installatietechniek belangrijk.

9. Kennisoverdracht en doelgroepen.

Zoals aangegeven is kennisoverdracht van “anders werken in de installatietechniek” volgens Integraal Ontwerpen is het inzetten van het Virtueel Installatie Bedrijf gewenst. Het geeft een goed beeld van de praktijk en “nieuwe” rollen in de installatiebranche en daaraan gekoppelde competenties. Vooral kennismanagement als basis voor een kenniseconomie staat hierin centraal. De kennisgeoriënteerde competenties voor de installatiebranche worden in het model van figuur 9-1 gevisualiseerd.



Figuur 9-1: visualisatie van kennisgeoriënteerde competenties.

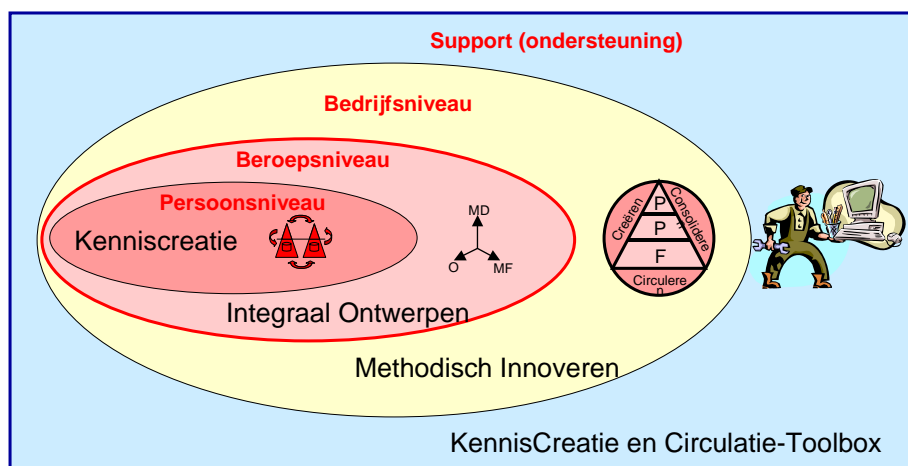
De competenties die in figuur 9-1 weergegeven worden zijn ingedeeld in twee deelgebieden; beroepscompetenties en persoonlijke competenties. De ruimte van de beroepscompetenties beschrijft de vakvaardigheden die competenties omvatten voor verschillende beroepsrollen. Deze hebben vooral betrekking op de *arbeidsproductiviteit* van de medewerker. Op hoofdniveau zijn de beroepscompetenties onder te verdelen in; het delen van kennis in bouwteams (multidisciplinair), marktgericht ondernemen (bedrijfsstrategie) en het ontwerpen van duurzame installaties (multifunctioneel). De ruimte persoonlijke competenties beschrijven die competenties die aan het persoonlijk functioneren zijn gerelateerd. Deze hebben vooral betrekking op *kennisproductiviteit* van de medewerker. Met name het kunnen abstraheren en modelleren is een belangrijke competentie als basis van een kenniseconomie. Op hoofdniveau zijn de persoonlijke competenties onder te verdelen in; gestructureerd denken in systemen en modellen (abstraheren), betekenisvolle bijdrage kunnen leveren (affectie) en zelfsturend opereren (leervermogen). Het Virtueel Installatie Bedrijf wordt ingezet voor het verwerven van genoemde competenties door middel van “scholen” en “opscholen” van medewerkers in de installatiebranche.

9.1 Kennisoverdracht.

Veelal wordt onvoldoende klantgericht gedacht en aanwezige ontwerp kennis zit in de hoofden van medewerkers waardoor deze niet kan worden meegeleverd naar de klant en worden gedeeld. Door processen klantgericht volgens een LCE-aanpak uit te voeren, beter op elkaar af te stemmen en ontwerp kennis centraal vast te leggen in een kennisstelsel als het Virtueel Installatie Bedrijf wordt het mogelijk klantgerichter en efficiënter te werken. Dit vereist zoals eerder aangegeven nieuwe persoonlijke competenties in een proces waarbij kennisproductiviteit centraal staat. Kennis is binnen de installatiebedrijven in overvloed aanwezig, maar de competentie om deze op gestructureerde wijze volgens de KBE-aanpak in ICT-systemen vast te leggen voor hergebruik ontbreekt veelal. Door medewerkers van installatiebedrijven gericht “op te scholen” verbeteren zij hun positie op de arbeidsmarkt en dragen in belangrijke mate bij aan het toekomstige imago van het installatiebedrijf. Om dit tot stand te brengen is door TLO een workshop “Methodisch Innoveren” ontwikkeld. In de workshop “Methodisch Innoveren” staat kennisoverdracht van de “andere werkwijze in de installatietechniek”

gebaseerd op Integraal Ontwerpen met inzet van het Virtueel Installatie Bedrijf centraal. Het eerste traject van MI is gepland in september 2005.

Kennisoverdracht van de andere werkwijze in de installatietechniek volgens Integraal Ontwerpen is onder te verdelen in vier kennisgebieden. Deze kennisgebieden die onderdeel zijn van het “scholen” en “opscholen” van medewerkers worden in Figuur 9-2 te opzichte van elkaar gepositioneerd.



Figuur 9-2: positionering van de vier kennisgebieden voor Integraal Ontwerpen.

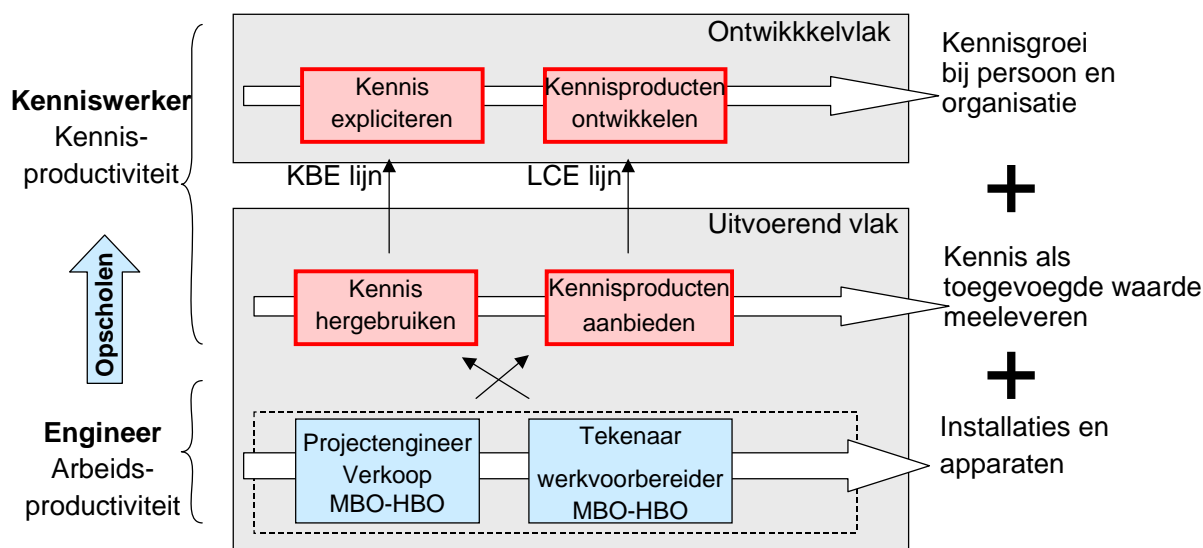
In het eerste kennisgebied staan persoonlijke competenties met betrekking tot het creëren van ontwerp-kennis (kenniscreatie) centraal. Deze competenties zijn samen met het kennisgebied beroepscompetenties, aangeduid als tweede kennisgebied, in voorgaande Paragraaf toegelicht. Op het bedrijfsniveau zien we de aanpak van “Methodisch Innoveren”. Methodisch Innoveren is een kennisgebied om de competentiekennisgebieden in de organisatie in te bedden en de andere werkwijze in de installatietechniek op gang te brengen. Zonder een Virtueel Installatie Bedrijf ingericht vanuit de KCC-toolbox (Kennis Creatie en Circulatie-toolbox) met hierin een aantal ontwikkelde ICT-modulen en een engineeringdatabase kan ontwerp-kennis niet vastgelegd worden voor hergebruik. Voor de kennisoverdracht binnen de installatietechniek wordt het Virtueel Installatie Bedrijf als leerbedrijf ingezet. Het Virtueel Installatie Bedrijf is hiertoe als voorbeeld ingericht voor verkoop- en ontwerpgerichte bedrijfsprocessen van “Sales Engineering” waarmee op basis van klantwensen een eenvoudige verlichtingsinstallatie ontworpen kan worden. De inrichting c.q. samenstelling van het Virtueel Installatie Bedrijf wordt weergegeven in paragraaf 7.3.2. De ontwikkeling van de voorbeeldcasus van de verlichtingsinstallatie opgezet volgens de LCE- en KBE-aanpak is als bijlage bij dit document opgenomen.

9.2 Doelgroep.

De Installatiebranche is een multidisciplinaire branche met daarin vertegenwoordigd elektrotechniek en werktuigbouwkunde. Met een toenemende automatisering en integratie van E- en W-installaties wordt de werkwijze van Integraal Ontwerpen steeds meer geadopteerd. In een opkomende kenniseconomie wordt onderkend dat “nieuwe” competenties en anders werken gewenst zijn. De doelgroep voor kennisoverdracht wordt in twee groepen opgedeeld. Beide groepen komen samen in één leer-/werk-omgeving (school plus bedrijf) waarin gezamenlijk een project vanuit de praktijk van het installatiebedrijf uitgevoerd wordt. Doelgroep voor het “scholen” met inzet van het Virtueel Installatie Bedrijf zijn leerlingen en studenten MBO- en HBO-installatietechniek. Doelgroep voor het “opscholen” betreft medewerkers uit de installatiebranche, met name de circa 5.700 werknemers die hierin als engineer werkzaam zijn. Om te beginnen ligt de focus van scholen en opscholen met inzet van het Virtueel Installatie Bedrijf op twee bedrijfsfuncties:

- De functie van project engineer verkoop.
- De functie van tekenaar / werkvoorbereider.

De hedendaagse realiteit vraagt echter om medewerkers die reflecteren over hun eigen werkprocessen en de ontwerpkennis hierover weten vast te leggen en te vertalen naar toegevoegde waarde voor de klant. Ontwerpkennis vastleggen vindt plaats op basis van Knowledge Based Engineering (KBE) en het vertalen naar toegevoegde waarde door het toepassen van Life Cycle Engineering (LCE). Bij deze LCE gaat het om het meeleveren van kennisproducten aan de klant in de vorm van levenscycluskosten en onderhoudsdocumenten van de installatie. Dit betekent dat de aandacht van arbeidsproductiviteit verschuift naar meer aandacht voor kennisproductiviteit zoals dit in Figuur 9-3 wordt weergegeven.



Figuur 9-3: opscholingsmodel project engineer en tekenaar/werkvoorbereider.

In het opscholingsmodel van Figuur 9-3 zijn onder in het schema de huidige functies in het uitvoerend vlak van de onderneming gepositioneerd. Door de aanwezige ontwerpkennis in het ontwikkelvlak van de onderneming (bovenste gedeelte van het opscholingsmodel) volgens de KBE-aanpak te expliciteren (vast te leggen), kan de ontwerpkennis met inzet van het Virtueel Installatie Bedrijf ontsloten worden voor hergebruik in het uitvoerend vlak. Zo ook kunnen “nieuwe” kennisproducten als toegevoegde waarde volgens een LCE-aanpak in het ontwikkelvlak van de onderneming ontwikkeld worden om in het uitvoerend vlak aan te kunnen te bieden. Ook deze kennis kan met inzet van het Virtueel Installatie Bedrijf ontsloten worden. Samengevat kunnen geschoolde medewerkers doorstromen van de bestaande functies project engineer, tekenaar of werkvoorbereider naar een hogere functie op het ontwikkelvlak en het uitvoerend vlak van de onderneming. De activiteiten per vlak worden hier nog eens samengevat.

Het Ontwikkelvlak:

Op het ontwikkelvlak van de onderneming ligt de nadruk op het expliciteren van ontwerpkennis als toegevoegde waarde voor het klantproces. In het ontwikkelvlak wordt de ontwerpkennis in de engineeringdatabase van het Virtueel Installatie Bedrijf vastgelegd voor hergebruik in het uitvoerend vlak. Activiteiten rond het vastleggen van ontwerpkennis op het ontwikkelvlak is generiek en projectonafhankelijk. Deze ontwerpkennis wordt in het uitvoerend vlak projectafhankelijk hergebruikt.

Het Uitvoerend vlak:

De nadruk op dit vlak ligt op het hergebruik van ontwerpkennis binnen projecten waarin het ontwerpen, realiseren en in stand houden van installaties, systemen en producten centraal staat. Deze benodigde ontwerpkennis wordt vastgelegd op het ontwikkelvlak om met inzet van het Virtueel Installatie Bedrijf in het uitvoerend vlak de gewenste informatiebehoefte (documenten en tekeningen) te genereren om de installaties te realiseren en te onderhouden.

10. Mogelijke vervolgvacatures.

Het Virtuele Installatie Bedrijf heeft de functie om “anders werken in de installatietechniek” volgens Integraal Ontwerpen te visualiseren als voorbeeld hoe installatiebedrijven hun primaire proces kunnen verbeteren. Dit vanuit het perspectief waarbij kennismanagement centraal staat. Bij het inrichten van het Virtueel Installatie Bedrijf wordt enerzijds gebruik gemaakt van standaard ICT-modulen en anderzijds van een laagdrempelige verlichtingsapplicatie gericht op het leerdoel: integratie van informatie over de levenscyclus van het product. Hierbinnen is aansluiting gewaarborgd met het Multatuli-classificatie project, dat inmiddels landelijke verankering heeft gerealiseerd in de voor UNETO-VNI zo belangrijke bouwwereld. Integraal Ontwerpen leidt op voor de nieuwe werkwijze van morgen en richt zich niet op de software systemen van vandaag. De mogelijkheden zoals nu met het Virtueel Installatie Bedrijf zijn gerealiseerd worden in de installatiepraktijk nog maar ten dele gebruikt. De bekendheid met de werkwijze volgens Integraal Ontwerpen is nu eenmaal (nog) onvoldoende aanwezig. De volgens methodische aanpak gerealiseerde Virtuele Installatie Bedrijf met uitgewerkte voorbeeldcasus van een verlichtingsinstallatie kan samen met nieuwe opgeleide competente medewerkers commerciële ICT-systemen intelligenter doen benutten. Om dit te bereiken kunnen verschillende vervolgvacatures gepland worden. TLO heeft zoals in het voorgaande Hoofdstuk beschreven een eerste initiatief genomen door het ontwikkelen en opzetten van een workshop “Methodisch Innoveren”. Voor het organiseren van een eerste workshop is overleg geweest met UNETO-VNI. De workshop gaat in september 2005 van start. De installatiebedrijven die voor de workshop benaderd zijn hebben positief op het voorstel gereageerd en hebben de intentie om een aantal medewerkers te laten deelnemen.

Het voorstel is om in overleg met OTIB na de oplevering van het Virtueel Installatie Bedrijf mogelijke vervolgvacatures vast te stellen. In het kader van het oorspronkelijke IO/E-IT-project is aan een aantal deelprojecten (nog) geen invulling gegeven. In het kader van “scholing” en “opscholing” van medewerkers in het beroepsonderwijs is het aan te bevelen om een aantal onderwijsproducten rond het Virtueel Installatie Bedrijf verder inhoud te geven. Te denken valt aan het uitbreiden van het Virtueel Installatie Bedrijf met een voorbeeldcasus van een werktuigbouwkundige installatie en het opzetten van enkele workshops en Train de Trainer programma's.