

Auteur Baldiri Salcedo Rahola (De Haagse Hogeschool), Laure Itard (TU Delft)

Is het mogelijk om WKO-systemen te leren begrijpen met een computerspel?

Omdat gebouwen minder energie moeten gebruiken dienen klimaatinstallaties een hoge efficiëntie te hebben. Warmtepompen met warmte- en koudeopslagsystemen, de zogenaamde WKO installaties, zijn de standaard geworden voor energie efficiënte utiliteitsgebouwen. WKO installaties kunnen verschillende warmte en koude bronnen gebruiken zoals: het ondergrondse water, de buitenlucht, de binnenlucht en zonnecollectoren. Hoe meer bronnen beschikbaar zijn, hoe hoger de efficiëntie van het systeem en hoe makkelijker de thermische opslag gebalanceerd kan worden. Dit betekent wel dat meer sensoren en actuatoren nodig zijn om de opwekking en distributie optimaal te laten werken en de prestaties te garanderen tijdens de hele exploitatieduur van de installatie. Des te meer dat de distributie en afgifte steeds complexer worden door het decentraal regelen van comfortparameters op kamerniveau, of zelfs op werkplekniveau.

HBO-professionals gaan deze installaties ontwerpen, installeren, onderhouden en repareren. Tegen het einde van de HBO-opleiding hebben studenten kennis verkregen over bepaalde componenten van het energiesystemen (bijvoorbeeld: hoe werkt een warmtepomp?). Maar ze missen kennis over specifieke installaties en over systeemintegratie, wat cruciaal is om een installatie te kunnen regelen en optimaal te kunnen laten draaien. Vaak kregen zij deze kennis niet tijdens hun professionele ontwikkeling. Dit omdat het ontwerpen, installeren, beheren en repareren van klimaatinstallaties vaak uitgevoerd wordt door verschillende bedrijven die elk gespecialiseerd zijn in hun eigen gebied.

De vraag

HBO-professionals die een WKO-installatie goed kunnen begrijpen, hebben doorgaans dit door

ervaring geleerd en door zich te verdiepen in de complexe ISSO-rapporten, zoals ISSO publicatie 39. Ervaring kost veel tijd en direct leren van ISSO-rapporten wordt vaak als complex ervaren vanwege de zeer steile leercurve. Hoe kunnen beginnende professionals en studenten op een soepelere wijze WKO-systemen goed leren beheersen met een soepelere leercurve?

Dit was één van de hoofdvragen bij het onderzoeksproject Installaties2020, waarin een groep kennisinstellingen, sectororganisaties en bedrijven hebben gewerkt aan de data-gedreven verbetering van de energieprestaties van klimaatinstallaties.

De methode

Om deze vraag te kunnen adresseren hebben we eerst gekeken of ons beeld van het HBO-technisch onderwijs en de klimaatinstallatie-sector klopte. We hebben dit gedaan via een analyse van de vaardigheden van HBO-studenten, en met een serie van 4 workshops met verschillende professionele partijen. Het resultaat van dit onderzoek was dat er inderdaad een gebrek is aan systeemkundige vaardigheden en dat de kennis binnen de installatieketen meestal gefragmenteerd is. [1][2]

Moderne leermethodes zijn student- en taakgebonden in plaats van docentgebonden. Zij zijn gericht op kritisch denken, probleemoplossing, besluitvorming en samenwerking in tegenstelling tot de traditionele leermethodes gericht op kennisaccumulatie. Kennis is nodig om problemen op te lossen, maar met onderwijs dat gebaseerd is op probleemoplossing zoekt de student zelf de specifieke kennis die hij nodig heeft om een probleem op te lossen.

Met het idee om probleemgericht onderwijs te ontwikkelen op het gebied van WKO-installaties, zijn wij een samenwerking aangegaan met Ranj, een serious gaming ontwikkelaar. Ons doel was om studenten en jong professionals te confronteren met problemen specifiek aan WKO-installaties. De vraag is dat zij een oplossing moeten vinden en de benodigde kennis zelf snel, gestructureerd en eenvoudig kunnen vinden en zich eigen maken,



Foto 1: Om deze specifieke problemen te kunnen oplossen moet de speler/speelster telkens door drie challenges heen.

Bij diagnose stellen moet de speler/speelster bepalen welke fouten de oorzaak kunnen zijn van het vastgesteld probleem, met behulp van grafieken opgesteld met data uit het gebouwbeheersysteem. De eerste oefening heeft de vorm van een quiz, de vragen volgen elkaar op in een logische en werkbare volgorde en gaan van simpel naar complexer. Er zijn vragen waar meer dan één antwoord mogelijk is. De speler/speelster krijgt punten voor goede antwoorden en krijg ook feedback, de feedback wordt gegeven voor goede en slechte antwoorden. Bij alle vertoonde teksten worden keywords gelinkt naar een uitleg.

Bij meten is weten moet de speler/speelster de juiste sensoren op de juiste plek plaatsen om meetdata te kunnen

genereren om de juiste diagnose te kunnen stellen. Hiervoor dient de speler/speelster enkele van de hotspots in een 2D principeschema in te vullen met de juiste sensoren. Als de sensoren op de 2D schema zijn geplaatst kan de speler/speelster zijn configuratie testen. Als de configuratie niet goed is, krijgt hij/zij een feedback-bericht met informatie over hoeveel sensoren er op de juiste plek gezet zijn en hoeveel sensoren van de juiste soort zijn.

zodat het onderwijs motiverend en aantrekkelijk is. Met deze projectdoelen hebben wij het spel www.installationinsights.com ontwikkeld, dat ISSO-publicatie 39 ontsluit. Het spel is een volledig digitaal werkend prototype waarmee we ook de voordelen en nadelen van een probleemoplossende onderwijsaanpak voor het leren over systeemgedrag in klimaatinstallaties kunnen onderzoeken.

Het spel

De speler/speelster moet een oplossing vinden voor de niet goed werkende WKO-installatie van een schoolgebouw. Voor deze prototypeversie zijn er vier (eenvoudige) probleemsituaties gedefinieerd: het is te koud in een klaslokaal, te warm, de energiekosten van het gebouw zijn hoger dan verwacht, er is een systeemalarm (de installatie werkt niet). Om deze specifieke problemen te kunnen oplossen moet de speler/speelster telkens door drie challenges heen: (1) diagnose stellen (analyseren van GBS-data), (2) meten is weten (terugkoppeling naar het ontwerp, welke sensoren moeten er geplaatst worden om een diagnose te kunnen stellen?) en (3) automatiseren kun je leren (welke regelstrategieën te hanteren?).



Foto 2: De speler/speelster krijgt punten voor goede antwoorden en krijg ook feedback, de feedback wordt gegeven voor goede en slechte antwoorden.

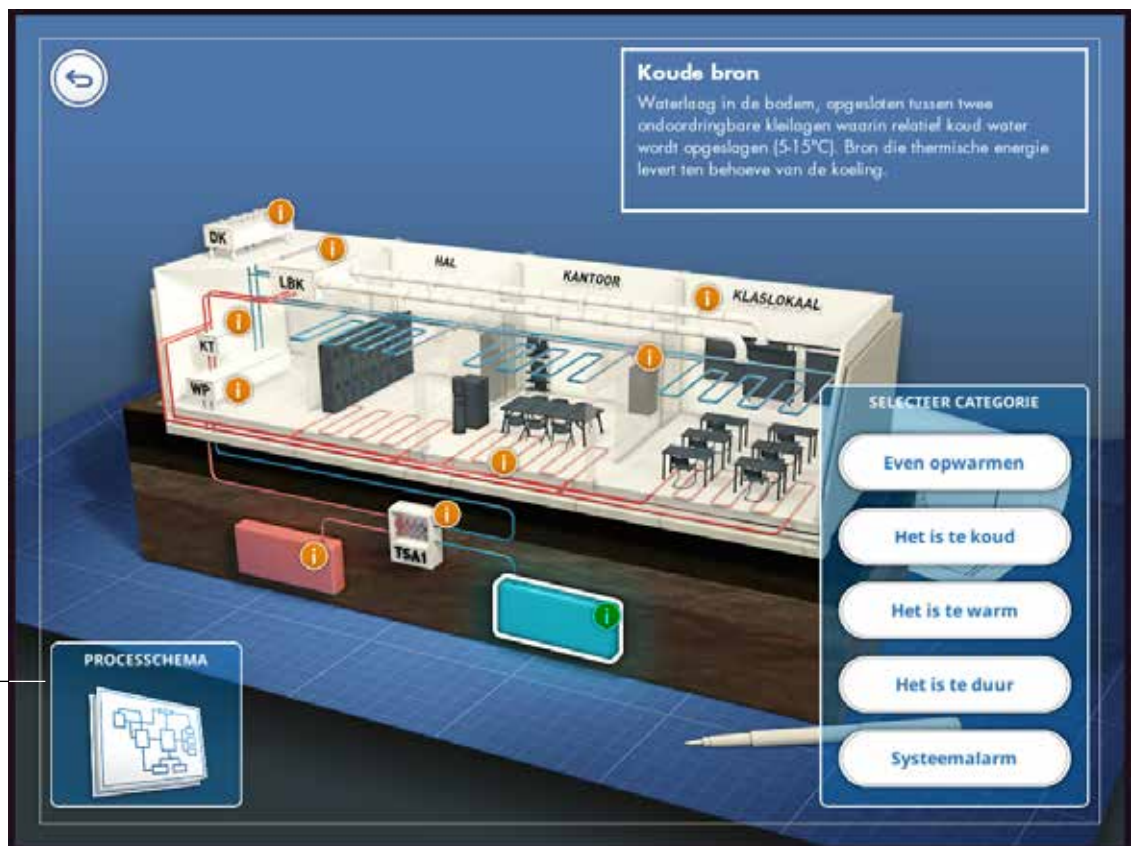


Foto 3: Bij het introductiescherm is een 3D model van de installatie te zien.

Bij deze oefening begint men met 1000 punten en elke keer als de test niet goed is, verliest men 100 punten. Na het maken van 3 en 5 fouten wordt een extra tip gegeven. De speler/speelster kan niet naar de volgende oefening gaan, zolang de juiste configuratie niet is gevonden.

Bij automatiseren kun je leren moet de speler/speelster de juiste regelstrategie voor de regeling bedenken zodat de installatie naar behoren werkt en operationele fouten voorkomen worden. Dit is een invuloefening waarbij de juiste code-opties gekozen moeten worden. Voor deze oefening begint men nog een keer met 1000 punten en verliest men elke keer punten wanneer de code na een test niet goed blijkt te zijn. Hierbij worden de stukjes code die niet goed zijn uitgelicht in rood.

Bij het laatste scherm worden de punten van alle oefeningen bij elkaar opgeteld.

De speler/speelster kan de resultaten downloaden als een pdf-bestand zodat de resultaten met een docent, bedrijfsbegeleider of collega gedeeld kunnen worden.

De basiskennis nodig om de problemen op te lossen is beschikbaar vanaf alle niveaus in het spel. Bij het introductiescherm, waar de speler/speelster het probleemscenario kan kiezen, is een 3D model van de installatie te zien. Een korte beschrijving van de hoofdonderdelen van de installatie kan verkregen worden door het element aan te klikken (zie Foto 3).

Om de verschillende bedrijfssituaties van de WKO-installatie weer te geven en uit te leggen is een set van 2D processchema's beschikbaar, zo leren studenten ook een principeschema te lezen. Het eerste schema geeft met kleuren een uitleg van de verschillende leidingcircuits: lucht, gekoeld water (GKW), centrale verwarming (CV), energieopslag en droogkoeler (DK). De volgende 9 schema's laten zien welke elementen actief zijn voor elk van de mogelijke bedrijfssituaties, en wat de ontwerptemperaturen zijn. Om de kennis over de verschillende bedrijfssituaties te kunnen testen is er een extra quiz ontwikkeld genoemd: Even opwarmen.

De WKO-installatie in dit spel is gebaseerd op de door ISSO-publicatie 39 [3] aangemerkt als meest complexe WKO-installatie.

Voor de omschrijving van de systeemcomponenten en de controle codes is het ISSO rapport [4] opgesteld.

Ervaring met het spel

De Haagse Hogeschool heeft het spel getest met HBO-studenten in het vierde leerjaar van technische opleidingen. De studenten geven aan het spel te ervaren als een leuke manier van leren, maar ook als een moeilijk spel. Bij de eerste oefening, of het antwoord nu juist of niet juist is, kan de speler/speelster naar de volgende vraag gaan. Daardoor gingen de studenten snel doorheen, zelfs als zij de vraag misschien niet goed hadden begrepen. Maar bij de tweede oefening is dit uitgesloten, hier is het niet mogelijk naar de volgende oefening te gaan als de sensorconfiguratie niet de juiste is. Bovendien gaan punten verloren elke keer wanneer een configuratietest een fout oplevert. Op dit punt waren de studenten eerst verrast en daarna gemotiveerd om de juiste oplossing te vinden. Bij het testen van het spel gedurende de les, gingen de studenten snel in discussie met elkaar. De discussie was minder bij de derde oefening, omdat er minder mogelijke configuraties zijn.

Het spel werkt het beste wanneer het goed in het lesprogramma wordt geïntegreerd. We hebben het spel toen halverwege het cursusblok ingezet, toen de studenten al goed de basisprincipes van warmtepompen en energiebalansen beheersten en zij al ervaring hadden met de analyse van data uit het GBS van een vergelijkbare gebouwinstallatie. Op dat moment hebben de studenten het spel als erg leerzaam ervaren en hebben zij zelfs de schema's voor de verschillende bedrijfssituaties van het spel gebruikt als informatiebron voor de rest van de cursus.

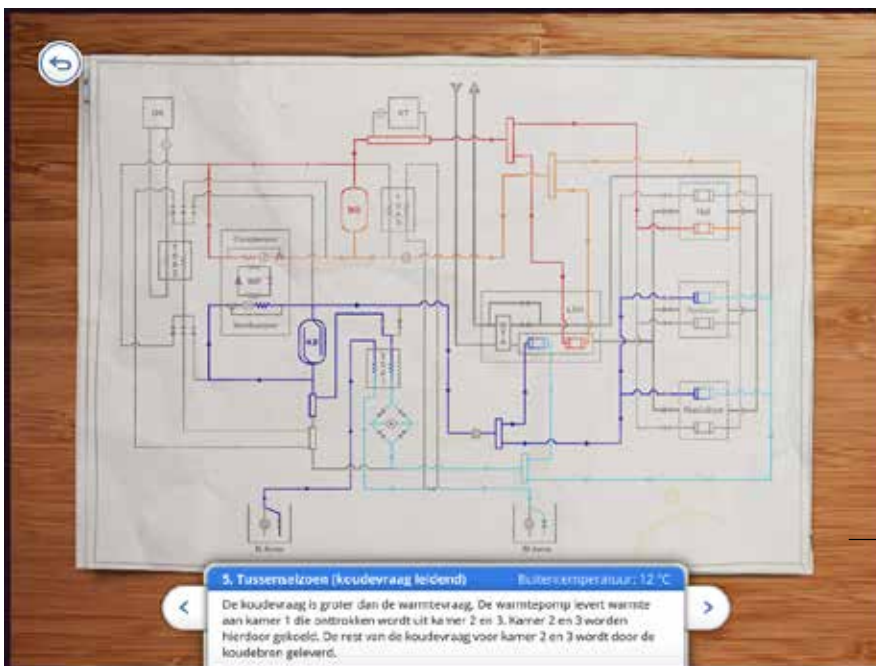
Uit onze ervaring is gebleken dat studenten worden getriggerd door dit soort spellen, mits zij niet kunnen valsspelen. Het spel in zijn huidige versie is niet geschikt als introductie voor WKO-systemen of om zelf te leren, maar meer om verdieping in te brengen wanneer de basisprincipes goed worden begrepen. Op dit moment wordt het spel niet alleen als een leuke uitdaging ervaren maar ook als een visuele informatiebron. Bovendien biedt het spel voor de docenten zelf houvast bij het begrijpen en gebruiken van de ISSO-publicaties en -rapporten.

Het spel is zelf te ervaren via www.installationinsights.com. Docenten en begeleiders kunnen via email ondersteunend materiaal voor het spel aanvragen. Contact persoon: Baldiri Salcedo, t.b.salcedorahola@hhs.nl.

Verantwoording

Dit project is mogelijk gemaakt door een Raak-PRO-subsidie van de Stichting Innovatie Alliantie (SIA), zie projectwebsite (www.installaties2020.weebly.com). Dit project is een samenwerking van De Haagse Hogeschool, TU Delft, ISSO, TVVL, OTIB, DWA, Kropman, Priva, Wolter&Dros, TU/e, Ranj, Caleffi, Techniek Nederland).

Foto 4: Om de verschillende bedrijfssituaties van de WKO-installatie weer te geven en uit te leggen is een set van 2D processchema's beschikbaar.



Referenties

1. Hoe is het kennisniveau in installatieland? Jan-Peter Vos (HHS), TVVL Magazine, 2015-11, 11-14. Zie ook projectwebsite www.installaties2020.weebly.com
2. Kennisgaps in de installatiesector, Onderzoek naar oorzaken en bouwstenen voor oplossingen, Dirk J. de Wit, ISSO, www.installaties2020.weebly.com/publicaties
3. ISSO-publicatie 39 Energiecentrale met warmte- en koude-opslag (WKO)
4. ISSO-conceptrapport 'Automatische werking energiecentrale met WP en WKO', www.installaties2020.weebly.com/publicaties