

Eindrapportage van het pilot project Kids in Control Midden-Limburg

*Verslag van een casestudie naar bruikbaarheid en inzet van professionele simulatie-
software als cognitieve tool in de bovenbouw van het basisonderwijs.*



Lou Slangen en Nardie Fanchamps
Fontys Pabo Limburg, Februari 2008

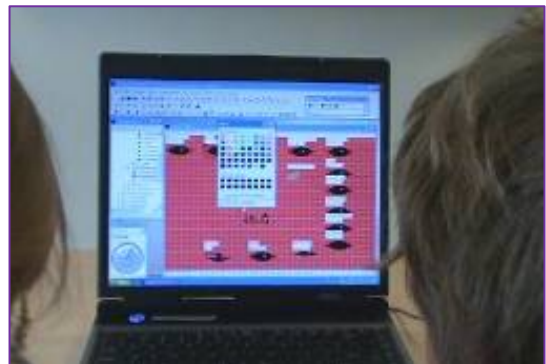
Verantwoording:

Het Kids in Control pilot project is een onderzoeksproject gericht op het, via een casestudy, achterhalen van educatieve aspecten van het gebruik van professionele simulatie ontwerp software bij leerlingen van groep 8 van de basisschool. Het project is in opdracht van programmabureau VTB en in samenwerking met Dhr. Dr. J. De Lange talentenkracht en de Firma Incontrol Enterprise Dynamics uitgevoerd op twee locaties in Nederland. Deze rapportage verwoordt de opzet en ervaringen van de pilot die uitgevoerd is op de Fontys Pabo Limburg te Roermond. Twee medewerkers van de Fontys Pabo Limburg hebben het project gerealiseerd samen met de medewerking van de inpanidige basisschool "Aan de Roer". Hierbij willen we dan ook de leerkrachten en leerlingen bedanken voor hun inspirerende betrokkenheid bij het project.

Het onderzoeksverslag bestaat uit de volgende hoofdstukken: een theoretische inleiding, de onderzoeksvragen voor de casestudy, opzet van het project, het tijdpad, de ervaringen en conclusies bij de verschillende onderzoeksfases, samenvattende conclusies en bijlagen.

Lou Slangen en Nardie Fanchamps

Februari 2008



Inleiding:

Binnen het basisonderwijs in Nederland krijgt wetenschap en techniek steeds meer aandacht. ICT als een expliciet aandachtsgebied binnen het domein van “Wetenschap en techniek” krijgt daarentegen nauwelijks enig attentie. In de gangbare opvattingen en praktijken is ICT in het basisonderwijs eerder een hulpmiddel dan een doel van onderwijs. De huidige plek van ICT in het basisonderwijs kan daarom gekenschetst worden als die van een gebruiksmiddel in de functie:

- leermiddel (tutor/begeleider) voor het verwerven van concrete onderwijsinhouden en -doelen (educatieve software),
- hulpmiddel om concrete producten of neerslag te genereren (bureausoftware),
- opzoekmiddel voor informatie (inquiry – Internet en database).

In de “Amerikaanse Standaard voor Technische Geletterdheid” (ITEA, 2002) wordt ICT wel als een specifiek domein (‘wereld’) van technologie gedefinieerd. ICT is daar een domein waaruit, waarover en waarmee kinderen kennis, inzicht en vaardigheden dienen te ontwikkelen. Daarmee is ICT uitdrukkelijk wel onderwerp van en middel voor het techniekleren.

Deze casestudie richt zich in het verlengde van het voorgaande op de inzet van specifieke software waarmee technische computersimulaties gebouwd kunnen worden. Het accent is daarmee gelegd op het gebruik van ICT als:

1. concreet onderwerp van techniek,
2. als hulpmiddel om techniek beter te leren begrijpen,
3. als middel om het hoger-orde denken in het domein techniek te stimuleren.

De constructivistische leerpsychologie beargumenteert dat mensen persoonlijke concepten bouwen om de wereld waarin ze leven te begrijpen, te verklaren en te hanteren. Door het steeds weer opdoen van nieuwe ervaringen met de fysieke en sociale omgeving en de reflectie daarop veranderen deze concepten voortdurend. Dit veranderen is gebaseerd op een complex interactief proces van cognitieve strategieën, affecties, kennisbasis, uitvoeringscontrole en sensorische waarneming. ICT toepassingen kunnen een goed hulpmiddel zijn om dergelijke concepten verder te ontwikkelen en te representeren. Jonassen (2000) heeft hiervoor het begrip mindtools geïntroduceerd: “computer applications that require students to think in meaningful ways in order to use the application to represent what they know”. Slangen en Sloep (2005) specificeren mindtools als volgt: “Sometimes they are a generalized educational application (mind map software), and sometimes they are more specifically developed for a particular domain, for example, technology (control software for technical applications).” Onderzoek (Slangen, Fanchamps, & Kommers, accepted) naar het gebruik van software voor besturing van fysieke modellen - via de applicatie Techno-Logica - heeft aangetoond dat mindtools kunnen bijdragen aan het initiëren van actieve probleemoplossingsgerichte interacties tussen leerlingen onderling en met de computertoepassing zelf. Tevens is aangetoond dat dergelijke toepassingen het hoger-orde denken, dat zich manifesteert via specifieke denkvaardigheden en denkhoudingen, activeren.

Incontrol Enterprise Dynamics software is professionele simulatie ontwerpsoftware die bedoeld is om gebruikers te ondersteunen bij het ontwerpen, analyseren, simplificeren, m.a.w. het modelleren, van bedrijfsprocessen. Het kan hierbij dan gaan om simulaties die een afspiegeling van de werkelijkheid vormen of simulaties die een nog te bouwen werkelijkheid virtueel construeren / representeren. Dit met de mogelijkheid de omgeving uitvoerig te testen alvorens deze fysiek gerealiseerd wordt. De resultaten, computersimulaties van een veronderstelde werkelijkheid, zijn gebaseerd op onderliggende mathematische modellen die dicteren hoe de simulatie zich gedraagt wanneer de variabelen gemanipuleerd worden (Rieber, 2005). Op basis van de werkingsresultaten van een dergelijk model kan vervolgens beslist worden of er sprake is van acceptabele resultaten mocht het model daadwerkelijk fysiek gerealiseerd worden. Recentelijk heeft Jonassen (2006) Direct Manipulation Environments (DME's) als een specifiek type van mindtools geïntroduceerd. DME's zijn computertoepassingen die het mogelijk maken om met behulp van aangeleverde of zelf te construeren bouwstenen (objecten, attributen, functies, formules en parameters) nieuwe werkende fysieke en/of virtuele computermodellen te bouwen. Kenmerkend is dat bij het uitproberen van het model direct ervaren kan worden wat de effecten van het handelen zijn.



Incontrol ED software kan tot het type DME gerekend worden. Het bouwen van simulaties met ED vraagt onderzoekend, construerend, experimenterend en redenerend leren. Met ED software kunnen simulatie ontwikkeld worden voor diverse toepassingen; bijvoorbeeld het oplossen van logistieke problemen in productie- of transportprocessen van vliegvelden en magazijnen, of het ontwerpen van nieuwe productielijnen in een fabriek. In een door Incontrol

zelf uitgevoerd voorexperiment ('Kids in Control') is gebleken dat kinderen met de leeftijd van ca. 12 jaar gemakkelijk en snel met deze software leren werken. De kinderen lijken in staat te zijn om werkbare simulaties te ontwikkelen voor gestelde problemen zoals de opdracht: "Bouw een goed werkende chocoladefabriek". Deze ervaringen vragen nader onderzoek naar onderliggende veronderstellingen en roepen vragen op over de educatieve inzetbaarheid en waarde van dergelijke software. Het materiaal biedt een uitdagende technisch inhoudelijke context die aansluit bij een natuurlijke fascinatie en exploratiedrang van kinderen voor ICT. Zulke toepassingen dragen bij aan het zelfstandig modelleren van betekenisvolle en uitdagende probleemgerichte contexten en daarmee aan het activeren van leer- en denkprocessen.

In deze casestudie is meer en dieper inzicht verworven in de educatieve waarde voor de praktijk van het basisonderwijs. In het kader van verbreding van techniek op de basisschool wordt verondersteld dat professionele simulatie ontwerpsoftware als didactisch instrument kan bijdragen om:

1. leerlingen technisch inhoudelijke kennis en inzichten te laten ontwikkelen
 - o op het gebied van de simulatiesoftware
 - o op het technisch inhoudelijke domein van de simulatie
2. het cognitief handelen van leerlingen te stimuleren
 - o door het activeren van denkvaardigheden
 - o door het activeren van denkhoudingen

Onderzoeksvragen:

Binnen deze casestudie zijn de volgende onderzoeksvragen aan de orde geweest:

1. Welke kennis dienen de docenten zelf te hebben van het programma?
2. Is het programma in de huidige vorm bruikbaar?
3. In hoeverre zijn er reeds voorbereide opdrachten nodig?
4. Welke aanvullende didactische maatregelen moeten worden getroffen?
5. Zijn leerlingen van groep acht in de basisschool in staat professionele simulatie software te gebruiken om gestelde en zelf bedachte probleemtaken (opdrachten) op te lossen?
6. Maken leerlingen actief gebruik van (specifieke/generieke) denkvaardigheden en denkgewoonten - (denkhoudingen)?



Opzet van het project:

Om deze vragen te kunnen onderzoeken en beantwoorden is het onderzoek opgedeeld in vijf fasen met daaraan gekoppeld de te beantwoorden tussenvragen. Fasen 1 t/m 4 zijn bedoeld om vast te stellen hoe een onderwijsomgeving met simulatiesoftware het beste ingericht kan worden. In fase 5 wordt deze omgeving uitgeprobeerd en is een analyse van de denkvaardigheden en denkhoudingen van de leerlingen gemaakt.

fase 1: Welke kennis dienen de docenten zelf te hebben van het programma?

Deze vraag is beantwoord door bestudering van het pakket door de onderzoeker, een PABO docent en een praktische demonstratie en overleg met leerkrachten van de participerende basisschool.

1. De onderzoeker en een docent van de PABO hebben het simulatie programma bestudeerd door middel van:
 - o Zelfstudie aan de hand van de demo en handleiding
 - o Cursus over gebruik van het programma
 - o Persoonlijke ervaringen zijn vastgelegd
2. Het programma is in een korte workshop geïnstrueerd aan twee leerkracht(en) van de basisschool. De leerkrachten zijn vervolgens bevraagd op hun eigen ervaring en gevraagd adviezen te geven met betrekking tot bruikbaarheid bij leerlingen en in de basisschool. Suggesties voor aanpak en verbetering zijn geïnventariseerd.
3. Verslaglegging van concrete ervaringen, constatering, veronderstellingen en conclusies voor de inzet in de basisschool zijn geformuleerd. Deze conclusies zijn verderop verwoord in ervaringen en conclusies bij fase 1.

fase 2: Is het programma in de huidige vorm bruikbaar?

Deze vraag is beantwoord door in een aantal praktische sessies met leerlingen aan de slag te gaan, de ervaringen te noteren en hun leren te analyseren. Er is ingestoken op een serie sessies met instructie via een handleiding en weinig leerkrachtsturing en hulp en een serie sessie met meer leerkrachtinstructie, ondersteuning en sturing. Tijdens de uitvoering van het simulatieprogramma zijn video opnames gemaakt die daarna geanalyseerd zijn. De volgende opzet is gekozen:

1. **Centrale startbijeenkomst** met de leerlingen van groep acht waarin het begrip simulatie via een demonstratie van het spelprogramma Tycoon Zoo en een ondersteunende PowerPoint presentatie verduidelijkt is.
2. **Vier groepen met weinig leerkrachthulp.** Vier groepen van twee leerlingen zijn in twee bijeenkomsten geïnstrueerd over het programma. Deze groepen hebben een leerkrachtonafhankelijke instructiehandleiding gekregen om het programma te leren gebruiken. Waar nodig of op verzoek van de leerlingen heeft de leerkracht (pabo-docent) ondersteuning aangeboden. Tijdens de eerste bijeenkomst is via de handleiding de voorbeeldtaak "de bioscoop" aangeboden. Na afloop worden de leerlingen gevraagd zelf een taak te bedenken die hiermee opgelost kan worden. De leerlingen worden bevraagd op hun ervaringen en hoe het programma verbeterd kan worden. Tijdens de tweede bijeenkomst is voortgebouwd op de eerste ervaringen en zijn enkele nieuwe functies uit het programma aan de orde geweest.
3. **Vier groepen met volledige leerkrachthulp.** Vier groepen van twee leerlingen zijn in twee bijeenkomsten geïnstrueerd over de werking van het programma. Deze groepen hebben een

stapsgewijze leerkrachtgeleide instructie gevolgd. Waar nodig of op verzoek van de leerlingen heeft de leerkracht (pabo-docent) ondersteuning aangeboden en/of korte, kleine interventies gepleegd. Tijdens de eerste bijeenkomst is via de handleiding maar wel stapsgewijs gezamenlijk de voorbeeldtaak “de bioscoop” uitgevoerd. Na afloop worden de leerlingen gevraagd zelf een taak te bedenken die hiermee opgelost kan worden. De leerlingen worden bevraagd op hun ervaringen en hoe het programma verbeterd kan worden. Tijdens de tweede bijeenkomst is voortgebouwd op de eerste ervaringen en zijn enkele nieuwe elementen uit het programma aan de orde geweest.



Op basis van suggesties van de leerlingen en praktische ervaring uit de eerste vier sessies worden bijstellingen gemaakt met betrekking tot aanpak van de instructie, het programma, de instructiehandleiding en de inleidende workshop. Deze conclusies zijn verderop verwoord in ervaringen en conclusies bij fase 2.

fase 3: In hoeverre zijn er reeds voorbereide opdrachten nodig?

Op basis van conclusies en suggesties bij fase 2 zijn verschillende type opdrachten geformuleerd. Hierbij kan gedacht worden aan opdrachten met een complete aangeboden context en opdrachten waarbij de leerlingen zelf een deel van de context moeten verzamelen. Het programma is op basis van suggesties van leerlingen wel/niet verbeterd. De volgende opzet is gekozen.

1. Drie groepen van twee leerlingen worden in een bijeenkomst geïnstrueerd in het gebruik van het programma. Tijdens de instructie wordt een complete taak met context aangeboden. De dialoog tussen de leerlingen is met video opgenomen.

2. Twee groepen van twee leerlingen worden in een bijeenkomst geïnstrueerd in het gebruik van het programma. Tijdens de instructie is een incomplete taak aangeboden. De leerlingen kunnen zelf relevante informatie verzamelen. De dialoog tussen de leerlingen wordt compleet opgenomen.
3. Twee groepen van twee leerlingen worden via een eenvoudige instructiehandleiding ingeleid in het gebruik van het programma. Tijdens de instructie wordt een complete taak met context aangeboden. De dialoog tussen de leerlingen is compleet opgenomen.
4. Twee groepen van twee leerlingen worden via een eenvoudige instructiehandleiding ingeleid in het gebruik van het programma. Tijdens de instructie wordt een incomplete taak aangeboden. De leerlingen kunnen zelf relevante informatie verzamelen. De dialoog tussen de leerlingen wordt compleet opgenomen.

fase 4: welke kennis dienen leerlingen te hebben en wat is de rol van de docent?

Op basis van de video opnames en ervaringen uit de eerste drie fases zijn analyses gemaakt en conclusies getrokken over opzet van fase 5 (inhoud en programma). Er wordt tevens vastgesteld welke didactische maatregelen moeten worden getroffen om fase 5 goed uit te voeren.

In deze tussenfase zijn ervaringen van fase 1 t/m 3 beschreven. Er zijn een aantal video opnames bestudeerd. Op basis van deze gegevens is een plan voor de definitieve aanpak van fase 5 samengesteld. In fase 5 wordt gebruik gemaakt van deze ervaringen en wordt aangesloten bij de kennis die de leerlingen dienen te hebben en de noodzakelijke rol van de docent.

fase 5: Kunnen leerlingen zelf aangedragen vraagstukken uitwerken en tot welke cognitieve opbrengsten leidt dat?

In deze fase wordt een definitieve variant van de aanpak uitgetest. Er wordt tevens aangesloten bij het onderzoek naar het activeren van denkvaardigheden en denkgewoonten/houdingen. Er zal globaal gekeken worden of de kennis en vaardigheden van leerlingen met betrekking tot technische processen toeneemt.

In deze fase zijn zes groepen van twee leerlingen in vijf sessies van 2 uur aan de slag gegaan met een gestructureerd onderwijsprogramma (bijeenkomst 1-3). Daarna hebben ze zelfstandig een eigen vraagstuk in een simulatieprogramma vertaald. Het instructieprogramma bestaat uit een mix tussen meer algemene kennis over *productieprocessen* en gebruik van simulatie software, achtereenvolgens bouwen van een simulatie, informatieve instructie (video) over productieprocessen, analyseren van processen aan de hand van een stroomdiagram, zelf processen vertalen in een stroomdiagram, simulaties bouwen aan de hand van een stroomdiagram, daarna manipuleren met uitbreidingen, parameters en variabelen om het proces te optimaliseren en hogere cognitieve denkprocessen te stimuleren. Een zelfsturende instructiehandleiding, aanvullende materialen en docentbegeleiding zijn gebruikt. De eerste drie bijeenkomsten zijn vooral inleidend. In de laatste twee bijeenkomsten gaan leerlingen een simulatie ontwikkelen op basis van een eigen vraagstuk. Hierbij kan op verzoek hulp van de docent gegeven worden. Op basis van de protocollen van de observaties wordt geïnventariseerd welk soort denkvaardigheden en denkhoudingen aangesproken worden. Ook wordt bekeken of leerlingen aangeven meer kennis en inzicht van productieprocessen en het simuleren daarvan te hebben verworven. In deze fase moeten de leerlingen van groep acht in de basisschool dus in staat zijn om op basis van zelfbedachte probleemtaken (opdrachten) simulaties te ontwikkelen met

behulp van de professionele ontwerp software. Daarbij maken leerlingen actief gebruik van (specifieke/generieke) denkvaardigheden en denkgewoonten - (denkhoudingen)

Tijdpad:

Het programma is verlopen conform planning.

Vorbereiding: december 2006 – januari 2007

Fase 1: februari 2007

Fase 2: maart 2007 – april 2007

Fase 3: mei 2007 – juni 2007

Fase 4: juni 2007 – augustus 2007

Fase 5: september 2007 – november 2007

Eindverslag en projectafsluiting: december 2007



Ervaringen en conclusies bij de verschillende onderzoeksfases:

De ervaringen en conclusies worden voor zover relevant per fase beschreven. Vanwege het case karakter van deze studie zullen de opmerkingen en aanpak uitvoerig weergegeven worden. Globaal wordt per fase een aantal conclusies getrokken.

fase 1: "Welke kennis dienen de docenten te hebben van het programma?"

Analyse van het programma en leerfase door de onderzoeker (pabo-docent Onderwijskunde, ICT en Techniek) en een pabo-docent Techniek, ICT, Rekenen - Wiskunde (voormalig leerkracht basisschool)

Beide gebruikers hebben het programma leren kennen aan de hand van de demo-handleiding die op de website van ED beschikbaar is. Beiden zijn ervaren ICT'ers en blijken relatief gemakkelijk de basale werking van het programma te doorzien.

Enige tijd blijkt nodig om te wennen aan de specifieke interface; opbouw en structuur van het programma. Met name de uitgebreidheid van menukeuzes, opties, deelschermpjes en balken vraagt gewenningstijd.

Tijdens de scholing bij ED blijkt dat het programma zeer veel opties heeft waarvan maar een fractie voor gebruik in de basisschool haalbaar/zinvol lijkt. De opzet van het bouwen van een model, de werking van het model bekijken, de resultaten meten en evalueren op basis grafische weergaves is transparant. Het bekijken van het model via de 3D weergave is duidelijk en geeft concreet ingestelde gebruikers een goed houvast. In deze fase is de inschatting dat het bouwen van een eenvoudig model voor leerkrachten en leerlingen wel haalbaar is.

Het werken met strategieën biedt veel mogelijkheden om invloed op de verwerkingstroom in het model uit te oefenen. Het aanpassen van "Inter-arrival time", "Input" en "Send-to" strategieën geeft veel mogelijkheden tot 'spelen' en experimenteren met effecten van afhandeling van processen. Het blijkt dat de "Inter-arrival" strategieën gebaseerd zijn op statistische formules die voor een basisschool geen onderwijsinhoud zijn. Er kan niet verwacht worden dat leerlingen hier enig zicht op hebben (uitgezonderd enkele wiskundige talenten). Van de gemiddelde leerkracht kan eveneens niet verwacht worden dat deze daar inzicht in heeft. Dat betekent dat deze functionaliteit geen rol kan spelen in het testen van de bruikbaarheid van het simulatieprogramma (tenzij leerlingen gezegd wordt welke "inputstrategie" ze moeten aanklikken). Dit betekent overigens niet dat leerlingen sommige principes van een inputstrategie niet zouden kunnen begrijpen. Op concreet niveau zullen leerlingen dit zeker doorzien (zie beschrijving verderop fase 1 bioscoop bezoek). De "Input" en "Send-to" procedures zijn concreter en voor leerlingen beter toegankelijk. De Engelstalige formulering verduidelijkt hen echter niet waar het om gaat (bijv. "Round Robin"). Als ze de functie eenmaal weten/begrijpen zullen ze deze wel kunnen gebruiken in de Engelse versie. Dit gegeven vraagt dan wel leerkrachtinterventies. Een vertaling zou het gebruik vereenvoudigen en de casestudie beter ondersteunen.

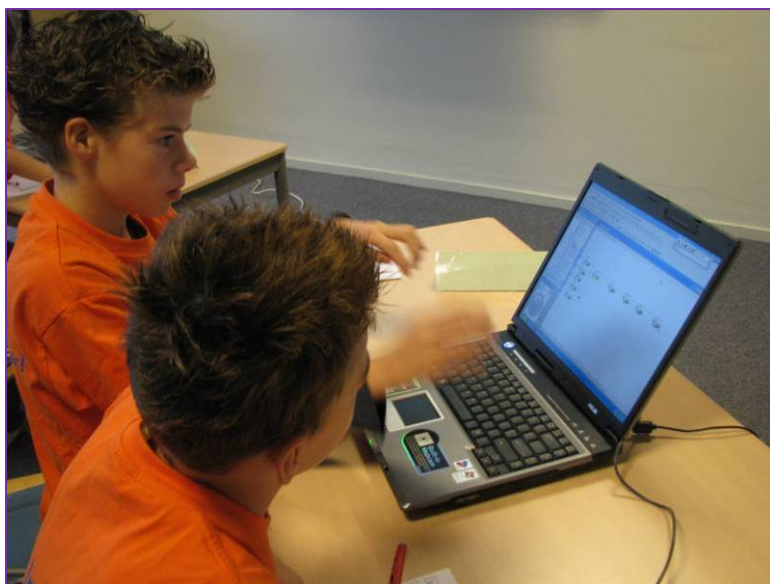
Er dient wel opgemerkt te worden dat tijdens de scholing van de docent en onderzoeker gewerkt is met eenvoudige voorgedefinieerde vraagstukken. Het vraagstuk van het postkantoor heeft vooral een lineair karakter, waarbij het toevoegen van onderdelen aan het model relatief eenvoudig is. Tijdens de scholing blijkt al snel dat het bouwen van een goed model geen kwesties is van wat willekeurig slepen en aanpassen van onderdelen. Het vraagt wel degelijk vooraf inzicht en analyse van het gesimuleerde proces. Als het proces eenmaal goed begrepen wordt kan het vervolgens gebouwd worden en gemanipuleerd worden met de beschikbare bouwstenen en variabelen.

Tijdens de volgende fases wordt ook duidelijk dat hier voor leerlingen nog een probleem ligt. Leerlingen zullen bij het kiezen van eigen opdrachten al snel op complexere vraagstukken/plannen uitkomen dan ze kunnen analyseren en in een model kunnen bouwen. Dit zal dan van de leerkracht inperken/vereenvoudigen vragen.

Wel is duidelijk dat het programma zo uitgebreid is dat het wenselijk is om slechts een beperkt deel van het programma in te zetten. Er is besloten dat in deze casestudie ingestoken wordt op: begrijpen wat een simulatie is en hoe je deze met software kunt weergeven en manipuleren, begrijpen hoe een model voor een simulatie in ED gemaakt wordt, de werking van het model uitproberen, het model verbeteren en aanpassen door toevoegen/weghalen van onderdelen (atomen), het procesverloop aanpassen met behulp van strategieën, gebruiken van de 3-D omgeving.

In deze fase schatten we in dat gezien de complexiteit van het ED-programma een gemiddelde leerkracht niet snel overtuigd zal zijn van de bruikbaarheid/zinvolheid van een dergelijk programma in het reguliere onderwijsprogramma.

Technische scholing over de werking zal daar naar onze mening weinig aan veranderen. Er is te weinig herkenning met basisschool vraagstukken/het curriculum. We verwachten eerder dat de leerkracht overtuigd moet zijn van de wereldoriënterende, inhoudelijke, didactische voordelen van een dergelijk programma. Op basis van



eigen ervaring met de werking schatten we in dat leerkrachten (uitgezonderd enkele ICT-adepts) een dergelijk programma niet gemakkelijk kunnen begeleiden. Een ander knelpunt is dat gebruikers / basisschoolleerkrachten de gemaakte simulaties als productdoel nastreven en niet de procesdoelen (ontwerpen, analyseren, redenen, vergelijken enz.) zullen onderkennen.

Om de rol van de leerkracht te minimaliseren en het programma toch te gebruiken is in deze pilotstudie ook gezocht naar de mogelijkheid om het programma enigszins leerkracht onafhankelijk te maken.

Inschatting van gebruik naar aanleiding van ervaringen van leerkrachten basisschool met gebruik programma:

Algemene informatie:

De geselecteerde basisschool is gehuisvest in het gebouw van de pabo en biedt leerlingen vaak op vooruitstrevende wijze mogelijkheden om op andere wijze leerervaringen op te doen. Twee vrouwelijke leerkrachten van de geselecteerde basisschool (groep 8) willen graag meewerken aan het onderzoek. Ze hebben via de onderzoeker en de docent een korte basisinstructie gekregen. Er

zijn duidelijk verschillen tussen de leerkrachten merkbaar. Een leerkracht laat merken dat de aanpak van zo een programma haar zeer boeit; de ander geeft aan dat ze het doet maar het niet echt inspirerend vindt. De eerste leerkracht volgt de instructie wat makkelijker dan de tweede hoewel beiden er goed doorheen komen.

Nagesprek:

1. De ene leerkracht geeft aan dat ze denkt dat ze leerlingen dit programma wel zou kunnen uitleggen de andere juist niet. Men verduidelijkt dat dit zeker te maken heeft met affiniteit voor het programma, maar tevens dat het ontwerpen, bouwen en manipuleren met modellen een complexiteit vraagt die boven het gemiddelde van basisschool 8 (leerkracht/leerling) uit stijgt.
2. Het zelf begeleiden van een proces om tot een goed werkende simulatie te komen lijkt beiden daarom erg lastig. Men geeft aan dat het om meer zal gaan dan alleen het programma uitleggen. Tijdens het manipuleren met het programma zullen leerlingen vaak tegen vraagstukken aanlopen die niet zo gemakkelijk in een groep op te lossen zijn. Misschien zou daarom ook met meer gesloten opdrachten gewerkt moeten worden.
3. De leerkrachten geven aan dat het ook moeilijk is kinderen te begeleiden als ze zelf niet boven de materie staan. Daarmee wordt bedoeld dat kinderen modellen zouden kunnen bouwen waarbij ze tegen niet zelf oplosbare problemen aanlopen. Het is denkbaar dat de leerkracht dan onvoldoende hulp kan geven waardoor frustratie optreedt.
4. De leerkrachten denken dat het programma voor veel kinderen te abstract is. Aan de andere kant verwachten ze ook wel verrast te worden door sommige kinderen. Ze zijn zeer geïnteresseerd in de uitkomsten.
5. Ze vermelden dat het belangrijk is de namen in de "Library" Nederlandstalig te maken en de machines en dergelijke concreet te benoemen. Het programma zelf is immers al complex genoeg.
6. Tijdens de uitprobeerfase zoekt men naar een betere visualisatie. De 3-D weergave is een duidelijke verbetering hoewel er herkenbare objecten zouden moeten zijn.
7. De leerkrachten denken beiden dat het wel echt boeiend zal zijn voor de cognitief sterkere kinderen. Maar misschien zijn er ook kinderen die voor verrassende resultaten kunnen zorgen.
8. Men verwacht dat er veel onderling verschil zal zijn tussen de kinderen. Kinderen die veel en kinderen die weinig zullen vragen. Kinderen die het snel oppikken en kinderen die er niet mee weggomen.
9. Leerkrachten vragen zich wel af wat de didactische en inhoudelijke waarde van een dergelijk programma kan zijn voor de basisschool. Ze zijn er niet negatief over maar niet de zinvolheid van het programma in relatie tot curriculumdoelen. Ze denken eerder aan uitbreiding voor leerlingen met technische/ICT interesses of extra begaafdheden.
10. Een link naar het vigerende curriculum bijvoorbeeld in aanvulling op reken/wiskunde onderwijs herkent men niet. De leerkrachten geven echter ook aan dat het denkbaar is dat zo een programma bij kinderen bepaalde vaardigheden oproept die erg leerzaam zijn.
11. Men verwacht ook sterke interesseverschillen tussen de kinderen. Er zijn waarschijnlijk kinderen die zich juist wel laten inspireren door een dergelijk programma en kinderen die er niets aan vinden.
12. Men verwacht wel dat de kinderen het gebruik snel oppikken en geen moeite zullen hebben met gebruik van de computer als zodanig.

13. De leerkrachten geven aan dat het beter is de te ontwerpen ideeën door de kinderen zelf aan te laten dragen maar ze moeten wel concreet visualiseerbaar zijn. Bijvoorbeeld laat ze een gebruiksvoorwerp bedenken dat ze met en productielijn kunnen produceren.
14. Men denkt dat de vormgeving van het programma de kinderen niet echt zal aanspreken.

Ten aanzien van de vraag welke kennis leerkrachten moeten hebben om met dit programma aan de slag te gaan lijken de volgende eindconclusies relevant:

1. Ruime kennis van de werking van het programma zelf is vereist.
2. Het programma vraagt kennis van de wijze waarop productie/logistieke processen geanalyseerd kunnen worden.
3. Het programma vraagt inzicht in de wijze waarop concrete processen in ED-simulatiemodellen vertaald kunnen worden.
4. Inzicht in het verschil tussen productdoelstellingen en procesdoelstellingen bij leren is noodzakelijk.
5. Het vraagt kennis en vaardigheden over de wijze waarop kinderen hierbij optimaal begeleid kunnen worden.
6. Vraagt inzicht in redeneerprocessen, (mis)concepties die leerlingen hebben.
7. Vraagt inzicht in de wijze waarop een dergelijk programma bij leerlingen op een attractieve wijze ingezet kan worden.
8. Kennis van de educatieve meerwaarde van het gebruiken van met dergelijke simulatieprogramma's is nodig.

Naar aanleiding van fase 2: "Is het programma in de huidige vorm bruikbaar?"

In deze fase zijn de eerste experimenten gedaan om de geschiktheid van het programma te bepalen, een didactische aanpak te ontwikkelen en praktijkervaringen op te doen. We beschrijven de aanpak, de ervaringen en conclusies.

Opmerkingen naar aanleiding van de startbijeenkomst centrale demonstratie van Zoo-Tycoon en een ED simulatie.

1. Instructie Zoo-tycoon; de meeste leerlingen kennen dergelijke programma's. Voor leerlingen zijn het meer spelletjes dan simulaties van werkelijkheid. Er wordt een demonstratie verzorgd van een simulatie van een lollyfabriek die in ED is gemaakt. Leerlingen begrijpen dat dit een abstractere uitwerking in de vorm van een model van de werkelijkheid is.
2. Ze begrijpen dat een simulatie een soort namaken van de werkelijkheid is en ze kennen na afloop van de bijeenkomst het woord "simulatie". De concreetheid van spelgebaseerde (Tycoon/Sims) simulaties vinden ze veel aantrekkelijker dan ED.
3. Er kan geconstateerd worden dat ten gevolge van de presentatie Zoo Tycoon leerlingen dachten dat ze zelf ook vergelijkbare simulaties gingen maken. Door de verwachting een Tycoonachtige product te maken en de abstractie en weerbarstigheid van ED vonden enkele kinderen het zelf maken van een product soms wel frustrerend. We constateren dat het verstandig is in de startfase geen link te leggen met dergelijke programma's; dit om ongewenste verwachtingen te vermijden. Tijdens de uitvoering in fase 5 wordt dit dan ook niet meer gedaan.

De aanpak en ervaringen tijdens de sessies met docentinstructie (twee bijeenkomsten met tussentijd van twee weken)

Aanpak aanleren en eerste gebruik programma

Er is een opstelling gemaakt in vier groepen van twee leerlingen met een laptop. Instructie werd gegeven met behulp van laptop en beamer. De docent doet een terugblik naar de introductie-activiteit. De leerlingen vertellen wat ze gezien hebben. De meeste kinderen herinneren zich dit goed. Ze verwoorden het productieproces waarbij ze vertellen uit welke grondstoffen een lolly bestaat en wat er gebeurt tijdens het productieproces; "Grondstof is suiker", "Suiker moet gesmolten worden in een mal", "Daarna gaat deze naar de winkels". Hierdoor laten de leerlingen zien een goed idee te hebben van een productieproces.

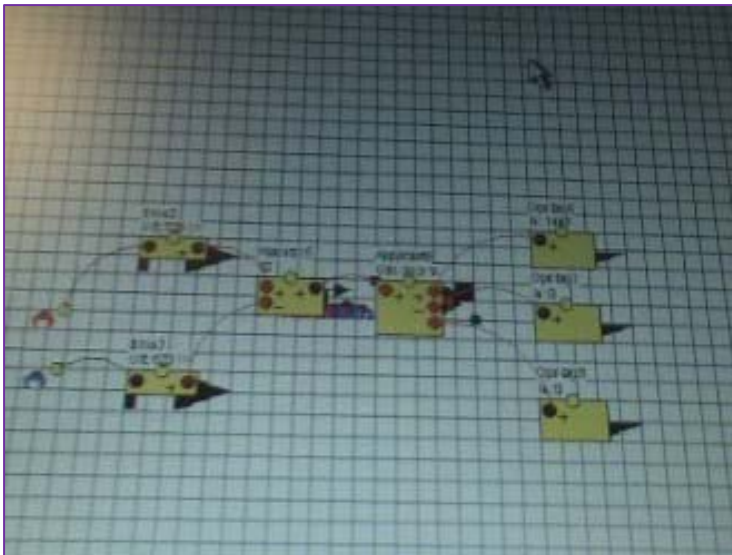


Leerlingen bootsen nu zelf met behulp van de ontwerpomgeving het productieproces van een lolly na. De centrale instructie gaat stap voor stap. De docent vertelt dat er eerst een product wordt gekozen, dan de bron ("Source"), dan de wachtrij ("queue"), dan de machine ("server") en dan de winkel ("sink"). Leerlingen hebben geen noemenswaardige problemen bij het slepen van objecten uit de "Library tree" naar de "Model Layout". Ze doen dat precies zoals geïnstrueerd. De Engelstaligheid van het programma is geen probleem. Ze begrijpen woorden zoals "Library", "Source" en "Run Control" snel. Enkele leerlingen gaan direct aan de slag op basis van "Trial en error". Zodra ze de basisbeginselen van het programma hebben meegekregen zoeken ze hun eigen weg. Anderen vragen vaker om hulp. Het achter elkaar zetten van de bouwstenen levert geen problemen op. Leerlingen helpen en ondersteunen elkaar op een natuurlijke en vanzelfsprekende manier. Zij gaan bij elkaar kijken, geven aanwijzingen, motiveren en stimuleren

elkaar. Alle groepen blijven gedurende langere tijd gemotiveerd. Een nieuwe impuls (toelichten van een nieuw atoom, toelichting van de “channels”) zorgt op momenten weer voor motivatie- en betrokkenheidsverhoging. Leerlingen kunnen ook andere productielijnen (bijv. maken van sokken) verwoorden; “Hier komt de wol binnen, hier worden dan van de wol de sokken gemaakt, hier gaan de sokken naar de winkel”. Tijdens instructie van de docent gaan sommige leerlingen door. Ze zijn moeilijk uit de concentratie te halen. Ook als de docent weer even uitdrukkelijk centraal aandacht vraagt blijven ze ingespannen verder werken. Introductie van 3D view gaf steun omdat het abstracte voorstellen doorbroken wordt.

In het begin heeft de docent vooral hoofdpunten aangeboden waardoor de activiteit gestructureerd is. Daarna is veel ruimte geboden voor eigen inbreng. Leerlingen gaan op een constructieve manier om met deze ruimte. De docent overlegt met de groep hoe je wachtrijen zou kunnen verkorten of hoe je de productieomgeving efficiënter zou kunnen maken. De leerlingen komen snel tot het bijplaatsen van een tweede “server”. Deze werkt echter niet meteen en dat roept verwarring op. Als je een basismodel maakt worden de “channels” automatisch gekoppeld. Bij het plaatsen van een extra “server” niet. “Channels” op “Enabled” zetten leverde de leerlingen geen problemen op. Ze kunnen zich meteen iets bij de verbindinglijntjes voorstellen. Na een toelichting van de docent weten de leerlingen hoe de atomen aan elkaar gekoppeld moeten worden.

Een interessante misconceptie bij de leerlingen is dat het dicht bij elkaar plaatsen van bouwstenen tot versnelling van het productieproces leidt. Leerlingen interpreteren de ruimte in het werkscherm tussen de bouwstenen als een fysieke afstand. Dat het verkorten van de onderlinge afstand geen verschil opleverde veroorzaakte vervolgens verwarring. Gebruik van heftruckjes die tussen de bouwstenen heen en weer rijden levert ook een vermenging op van abstractie en concreetheid en maakt de verwarring nog groter.



Leerlingen hebben niet meteen in de gaten dat er in de “server” een proces plaats heeft dat zichtbaar is door de procentenweergave. Het gebruik van de bezettingsgraad in procenten is niet direct duidelijk. Bijvoorbeeld een leerling geeft aan dat twee keer 45% van de “servers” 90% van het totaal is. Hierbij maken zij niet de link dat de machine op 45% van zijn eigen vermogen draait. De werking van het atoom is in de overzichtsweergave voor veel kinderen onduidelijk. Ze kunnen moeilijk zien dat een “server” actief is.

De taakbalken bevatten erg veel informatie en zijn voor leerlingen niet logisch genoeg geordend waardoor ze de benodigde functies soms niet terug vinden. Het klikken met de rechtermuisknop op de verschillende bouwstenen was niet direct helder. Bij de heftruckjes wordt er zelfs van afgeweken (hier moet je op de heftruckjes in plaats van op de bouwstenen klikken).

In het begin is niet geproblematiseerd waarom er bepaalde instellingen gekozen worden (bijvoorbeeld de “random” instelling bij de keuze van een tweede “server” in de “queue”). Leerlingen hebben daar nog geen zicht op en hier zijn we vooral gericht op het eindproduct de functionerende productielijn. Dit blijkt erg belangrijk voor de succeservaringen van kinderen.

Soms loopt een productielijn niet omdat de output afhandeling van een atoom niet gedefinieerd is. De docent wijst leerlingen erop dat je moet aangeven waar een bepaald product naar toe moet worden gestuurd. Transfer die bij de leerlingen nog niet plaatsvindt, is dat de atomen ook producten moeten kunnen ontvangen. Je kunt namelijk ook de ontvangende kant reguleren.

Tijdens de sessie blijkt dat het belangrijk is dat de docent begeleidende vragen stelt waardoor leerlingen essenties van het opbouwen van een simulatiemodel gaan begrijpen. De docent wordt geacht motiverende en activerende vragen te stellen die redematieprocessen uitlokken bij de leerlingen. Het blijkt dat wanneer hier onvoldoende leerkrachtinterventies zijn, leerlingen vastlopen en gefrustreerd raken. Vraagstelling blijkt daarbij erg belangrijk. Enkele voorbeelden: “Hoe zou het nu kunnen dat er bij de tweede erbij geplaatste “server” geen materialen aankomen? Wanneer zou je willen dat er producten naar de tweede “server” worden gestuurd?” Het kan soms om eenvoudige zaken gaan zoals; leerlingen weten dat de lijntjes (“channels”) de verbinding zijn. Wel hadden leerlingen snel in de gaten dat als je vanuit de “Queue” een lijntje naar een nieuwe “server” trekt, je er ook een uitgaande naar de “sink” moet trekken. Dus verwachten de leerlingen dat als er een lijntje is het product er ook getransporteerd wordt. Een lijntje betekent echter niet automatisch doorstroom. Dat hiervoor een apart definitie scherm oproepen moet worden is niet meteen duidelijk. Dit vraagt dus ook gedegen kennis van de leerkracht over het programma en gerichte begeleiding.



Onderdelen die visueel concreter te begrijpen zijn pikken ze snel op. Zo bijvoorbeeld heftuckjes tussen de verbindingen geplaatst om transport van het ene naar het andere te visualiseren. Spelen met de heftucks wordt door sommige leerlingen ook wel als het leukste onderdeel ervaren. Heftrucks zorgen soms voor dermate vreemde effecten dat deze in het model steeds verder weggaan van het centrum. Opmerkingen zoals: “Die werken elkaar tegen” of “Die doen maar wat” werden dan ook door de leerlingen gemaakt.

Structuur en interveniëren van de docent zorgde bij de eerste groep voor een hoge belevingsgraad en motivatie. De docent is vaak de aangever, kinderen volgen de structuur en imiteren. Het is de kunst om op bepaalde momenten weer los te laten om denk- en redematieprocessen vanuit de leerlingen te laten ontstaan.

De leerlingen hadden zonder uitleg snel in de gaten hoe je de 3D omgeving kunt manipuleren. Ze ontdekten zelf hoe dit werkte en hoe je erin kunt rondwandelen. Er werd onderlinge uitleg gegeven

en er ontstaan discussies: “Daar zie je de pakjes staan, mijn bakjes zijn leeg, de wachtrij is kort, dat is ons fabriekje”, etc.

Het begrip “Product” en “Source” was voor leerlingen niet altijd duidelijke en vanuit het programma zeer verwarrend. Je hoeft immers het productobject niet in de Model layout te slepen om dit toch erbij te krijgen wanneer je een “Source” plaatst. Ook het automatisch, door het programma verbinden van “Product” en “Source” is niet geheel logisch en wekt verwarring op. Aan de andere kant kun je zelf wel een aparte “Source” slepen. Dat was op momenten voor leerlingen onlogisch.

In het abstracte model doen leerlingen nauwelijks iets met de getallen die verschijnen. Zij zien wel iets bewegen maar het zegt hen in begin niet zoveel. De docent moet de kinderen daarom richten op de getallen. In de Channel – modus zie je niet meteen de getallen in de objecten. Het gele blokje valt daar overheen. Door inzoomen wordt dat pas weer zichtbaar. Nadeel van inzoomen is dat de complete productielijn daardoor onzichtbaar blijft. Het zou beter zijn om via de verbindinglijnen transporterende bolletjes zichtbaar te maken. Deze verbindinglijnen blijven nu erg abstract. De functie is daardoor in het begin onduidelijk.

Zelf een model maken aan de hand van het bioscoop vraagstuk.

Er is gebruik gemaakt van een voor kinderen herkenbare probleemstelling. “Er draait een spannende film en er staat een lange rij. Wat kan men doen om de grote toestroom van bezoekers op te vangen.” Er volgt direct discussie over veranderingen, meer kassa’s, meer zalen, reserveren, etc. Leerlingen gaan met ED dit probleem zelfstandig oplossen. Het valt op dat leerlingen heel uitgebreid maar wel concreet denken. Hun oplossingen liggen vooral in de sfeer in het plaatsen van nieuwe atomen (meer kassa’s, meer zalen) maar ze maken zich niet druk over de werking van de processen achter de atomen. De werking vertellen ze er vaak bij. De caissière moet harder door werken. De standaard bioscoop wordt uitgebreid. De oplossingen zijn legio en er worden diverse ideeën gelanceerd. Leerlingen komen zelf op het idee om meerdere bezoekers te laten instromen en dat er per bioscoop meerdere films kunnen draaien. Functionaliteit wordt daarbij uitgebreid (suikerspin, winkeltje) Voorstellingsvermogen van de leerlingen wordt wel aangesproken. Aandacht voor procesaanpassingen via definiëren van atomen blijft nog achterwege.



Zelf ontwerpen van een productielijn:

In een leergesprek met de docent is nagegaan wat je allemaal kunt maken in een productieomgeving. Leerkracht geeft laptopfabriek als voorbeeld waarbij leerlingen de onderdelen benoemen. Besproken wordt dat sommige onderdelen kant en klaar binnenkomen. De leerlingen dragen zelf ideeën aan die in een fabriek te maken zijn: voetbal, hockeystick, fiets, computer,

computerspel, dvd, chocoladefabriek en laptopfabriek enz. Ze kunnen vertellen wat belangrijk is bij een productielijn bijvoorbeeld chocoladerepen maken. Zij noemen vele verschillende onderdelen (cacao, inpakken, smeltmachine, transport, papieren verpakking, etc.)

Leerlingen hebben thuis nagedacht over een eigen productielijn. Het blijkt dat ze weinig zicht hebben op maakprocessen. Dit ondanks de suggestie van de docent om via Internet, boeken en overig een zoektocht te starten hoe en op welke manier / met welke materialen en machines een product gemaakt wordt. Een enkel groepje heeft het proces op papier uitgewerkt. Enkele voorbeelden zijn schoenen maken, snoepfabriek, sjaals maken. Leerlingen benoemen onderdelen (materialen en bewerking) van het proces maar zonder samenhang. Niet sequentieel volgens de benodigde stappen van een productieproces. Ze hebben ook vaak geen zicht op benodigde materialen en bewerkingen om een product te maken. De zoektocht blijft moeilijk.

Enkele producten worden samen geanalyseerd om tot een model te komen. Bijvoorbeeld: "Voor het maken van schoenen heb je 6 dingen nodig namelijk: leer, stof, rubber, spuitbus, karton, design. Van leer maak je de schoen zelf en de zool. Dan ga je de kant maken. Dan maak je een design dat is de vorm. Spuitbus voor bescherming tegen regen. Karton voor doos."

Opvallend is dat leerlingen heel veel moeite hebben om de productie van een concreet voorwerp te analyseren en verwoorden. Ze hebben weinig inzicht in / zicht op het maakproces in stappen, de benodigde grondstoffen of onderdelen, de volgorde enz. Soms zijn ze zeer specifiek en soms heel algemeen; daarbinnen blijkt nog weinig samenhang. Ze kunnen moeilijk denken in delen en gehelen.

De aanpak en ervaringen tijdens de sessies met mix handleiding docentinstructie (twee bijeenkomsten met tussentijd van twee weken)

Tijdens deze sessie zijn veel ervaringen opgedaan die vergelijkbaar zijn met die van de instructiesessie. Daarom is uit deze sessie vooral beschreven wat afwijkend te constateren is.

Algemene informatie:

Er is een zelfde opstelling en inleiding daarna krijgen de leerlingen van de docent de handleiding (zie bijlage) en gaan op basis hiervan zelfstandig aan de slag met de simulatieomgeving. Plaatjes en afbeeldingen zijn in de tekst opgenomen en een concretiseren de handelingen.

Werken met de handleiding:

Leerlingen gaan meteen aan de slag. De drempel om met de handleiding te beginnen is laag. De leerlingen verkennen de onderdelen ze begrijpen dat je de simulatiesnelheid kunt instellen. Een enkeling denkt dat het een echte klok is. Zelfwerkzaamheid is in het begin groot. Leerlingen lezen de handleiding aan elkaar voor en helpen / verduidelijken naar elkaar wat gedaan moet worden. Leerlingen verwoorden naar elkaar wat er volgens hun moet gebeuren en hoe het programma werkt. Aanwijzingen worden nauwgezet opgevolgd aan de hand van de handleiding. Het slepen naar het werkblad van de objecten gaat daarbij gemakkelijk en is voor hen logisch. De gehanteerde begrippen leveren de leerlingen geen moeilijkheden op. Leerlingen vergelijken en contrasteren de door hun gemaakte simulatie met het voorbeeld in de handleiding. Verwarring ontstond bij de leerlingen omdat de optie "Channels" al aangevinkt stond. Betrokkenheid bij de leerlingen is hoog te noemen. Uitspraak: "Dit is veel leuker dan pauze" illustreert dit. Leerlingen

kunnen gemakkelijk werken met de Engelstalige termen zolang ze deze niet zelfstandig moeten kiezen op basis van betekenis.

Docent moet op een gegeven moment gaan interveniëren omdat samen een probleem geanalyseerd moet worden. De leerlingen lopen niet vast op het programmegebruik maar op het oplossen van een probleem. Ze weten niet wat ze daar in het programma mee moeten doen omdat deze handelingen niet stap voor stap in de handleiding opgenomen zijn. Op het moment dat een probleem geanalyseerd moet worden zal de leerkracht een belangrijke rol gaan spelen.

Op de vraag van de docent hoe kun je een wachtrij korter kunt maken gaan leerlingen het werkscherm als een fysieke ruimte interpreteren. Ze verwoorden hun denkproces: "Als we die verder weg zetten maakt het echt verschil. We hebben dan nog steeds een wachtrij. Er zijn nog steeds bolletjes."

We zien betrokken leerlingen die zich echt inleven in de gestelde problemen. Leerlingen proberen de diverse bouwstenen met elkaar te verbinden. "Hoe gaan de machines dan werken"? "Moeten we van daar dan een streepje naar daar maken"? "Een streepje van die naar die". Ze doorzien wel dat je een component moet vertellen dat er onderdelen naartoe moeten maar weten niet hoe dat moet. Zij ontdekken dat niet zelfstandig zonder dat het in de handleiding staat. Interventie door docent is weer nodig. Dit soort suggesties zou in een handleiding aangegeven kunnen worden maar dan moet de tekst uitgebreid worden. Aanwijzing van docent levert op dat leerlingen weten hoe ze de onderdelen met elkaar moeten verbinden.

Docent legt ook uit hoe je een machine kunt vertellen dat ergens iets naar toe gestuurd moet worden. Leerlingen ontdekken zelf dat de term "Send-to" de goede optie moet zijn. Er treedt transfer op als de "Sink" geen onderdelen krijgt. Leerlingen doorzien dat je de "Sink" ook moet vertellen dat hij onderdelen kan ontvangen.

De docent intervenieert regelmatig in het proces en geeft hints, bijvoorbeeld om voor de optie "Random" te kiezen. Leerlingen vragen zich niet af waarom je bepaalde keuzes moet maken. Ze doen het gewoon en als het werkt is het goed.

Soms ontstaan ook misconcepties "Bolletjes zijn toch wachtrijen". Ook beide begeleiders ontdekken tijdens het gebruik dat kinderen soms met problemen komen waar geen adequate oplossing voor is. Samen met docent wordt er gebrainstormd m.b.t. wat de oorzaak kan zijn dat er bijvoorbeeld geen bolletjes naar de andere machine gaan.

Het programma wordt door leerlingen steeds verder uitgebreid. Er worden steeds meer machines toegevoegd. Leerlingen hebben echt plezier en humor bij de uitwerking. Uitdaging is voor de leerlingen om een goed werkende fabriek te hebben. "Wij hebben een goed lopende fabriek". Leerlingen helpen elkaar waardoor nieuwe redeneringsprocessen ontstaan: "Als je weer een machientje weghaalt, dan moeten de andere machientjes harder gaan werken". "Ja, dat klopt. Ze gaan steeds harder werken". "Nou zie je toch hartstikke veel". "We zijn het niet met elkaar eens". "We willen er meer maken".

Leerlingen stappen, als zij eenmaal de werking van de verschillende menu's hebben doorzien, redelijk makkelijk door het programma heen. Zij herkennen al heel snel in nieuwe situaties oude toepassingen.

Overstap naar het probleem De bioscoop:

Bij de oplossing van dit probleem zien we vergelijkbare reacties als bij de eerste beschreven sessie. Leerlingen proberen aan de hand van de opdracht zelfstandig een oplossing te vinden voor een druk bezochte bioscoop. Leerlingen bedenken diverse oplossingsstrategieën en verwoorden deze naar elkaar. Leerlingen doorzien soms misconcepties en implicaties van hun uitgewerkte ideeën. "We hebben meer bronnen aangemaakt en meer kassa's gemaakt. We hebben er maar heel af en toe een wachtrij staan. We hebben 3 kassa's, die werken snel. Als je een kassa dicht doet gaan die andere harder werken. We nemen meer zalen en meer kassa's". De bioscoop context is goed gekozen en bevordert inlevingsvermogen en betrokkenheid. Als er een uitbreiding van de capaciteit van de bioscoop is maar niet meer mensen aangevoerd worden variëren de leerlingen overwegend niet met bronnen en producten. 1 Groep doet dat wel. We zien redeneringsprocessen ontstaan als de docent mogelijke richtingen voor een oplossing als hint geeft.

Zelf een productielijn te kunnen bedenken.

Ideeën en conclusies zijn vergelijkbaar met de vorige groep door de leerlingen gegeven zijn: Snoepfabriek, Playstation fabriek, schoenfabriek, Sims fabriek, Fietsfabriek, Wapenfabriek, etc. Leerlingen hebben hier nog geen goede analyse instrumenten en voorstellingsvermogen van productieprocessen voor.

Algemeen:

Er is behoefte aan veranderingen naar de Nederlandse versie (functies, formules ed.) en uitbreidingen binnen bepaalde "Library trees". Daarnaast is er behoefte aan aanpassingen om het werken van de machines duidelijker te maken (naamgeving en zichtbaarheid van processen).

Algemene conclusies naar aanleiding van fase 2:

Leerlingen kunnen werken met simulatieontwerpprogramma's zoals ED maar het vraagt een aantal technische en inhoudelijke aanpassingen. Het programma is in de huidige vorm onvoldoende geschikt om zonder veel leerkrachtondersteuning aan de slag te kunnen gaan. Daarnaast vraagt het gebruik vaardigheden van leerkrachten en kinderen om productie/logistieke processen te analyseren in de relevante componenten, processen, parameters, variabelen en condities. Dergelijke analyses maken op basis van een te maken product blijkt voor de meeste leerlingen te lastig. Ze versimpelen - processen onrealistisch omdat ze direct naar de eindoplossing toe willen werken en tegelijkertijd willen ze vaak complexe producten ontwikkelen bijv. Starwars, Spelletjes fabriek, Laptop. Leerlingen zijn eindproduct geïnteresseerd en niet procesgericht en slaan sommige stappen over



of problematiseren bepaalde zaken niet. Soms is wel nodig om een werkend product te krijgen. Leerlingen hebben dus behoefte aan structuur bij het analyseren van een productieproces. Dit kan de leerkracht doen via richtvragen. Ook tijdens het ontwerpen van het model blijkt dan nog veel begeleiding en ondersteuning nodig om tot een werkende simulatie te komen.

In het begin zijn de leerlingen in een open startsituatie (zelf een productie idee aandragen) gebracht. We constateren dat het beter is met een gemeenschappelijk voorbeeld te starten en vervolgens een tweede nieuw voorbeeld samen te analyseren. Daarna is het wenselijk de leerlingen concrete suggesties te geven waaruit gekozen worden. Dan kan de leerkracht ook een aantal interventies voorbereiden. Bijvoorbeeld vier productielijnen aanbieden zoals: Pettenfabriek, Schoenenfabriek, Fietsenfabriek, Snoepfabriek. Structureren van het proces en uitleggen wat dit is in de verschillende, onderliggende onderdelen is cruciaal voor de rol van de leerkracht.



Leerlingen hebben weinig beeld van productieprocessen. Waar wordt wat gemaakt en hoe zal dat gaan? En wat is daarvoor nodig en op welke manier? De hele fabriek is niet één “server” maar bestaat uit meerdere productiehandelingen die door “servers” uitgevoerd kunnen worden. Kinderen benoemen vaak wel de grondstoffen en de samenstellende componenten van een product, maar kunnen vaak niet de bewerkingsprocessen benoemen, die samenhangen met het assembleren of produceren. Ook interne

transportlijnen zijn voor hun onduidelijk en abstract. Het is daarom nodig om kinderen een manier te leren om een productieproces te analyseren. Bijvoorbeeld door er een inzichtelijk stroomdiagram van te maken. Als leerlingen vooraf een idee niet goed overdenken en op papier uitwerken komt er niet veel uit. Het model maken is dan veelal ongericht trial and error gedrag. Het blijft dan bij een abstracte weergave in de vorm van een tekening.

Het computerprogramma van ED triggert zo sterk dat het soms leidt tot ongericht handelen. Leerlingen vragen zich niet af waarom ze bepaalde acties ondernemen. Ze slepen soms maar een beetje op gevoel onderdelen in het scherm. Beter doorzien van functies en werking van bouwstenen en het maken van (proceskeuzes) binnen de te realiseren productieomgeving is van belang. Het atomaire karakter is voor leerlingen niet altijd helder en zal meer aandacht vragen.

Het is daarom wenselijk dat de leerlingen een exercitie doen in analyseren en omschrijven van een productieproces. Bijvoorbeeld door vooraf een echt(e) productieomgeving/proces te bekijken. Als de productielijn eerst grondig verkend en dan samen als simulatie gemaakt is, dan kan nagegaan worden hoe deze te verbeteren is. Daarbij moet er aandacht voor zijn dat alle relevante programmaopties opgenomen zijn. Pas dan de stap nemen om leerlingen zelfstandig een simulatie te laten maken.

Het is mogelijk het programma te leren kennen via een uitgebreide stapsgewijze handleiding maar dan moeten wel een aantal aanpassingen in het programma opgenomen worden. We adviseren het programma in een aantal modi van complexiteit te verdelen. Deze kunnen dan naar wens aan- of

uitgezet kunnen worden. Beginnen met eenvoudige aspecten van simulaties, daarna complexere opbouw. We verwijzen naar de benadering van Techno-Logica dat werkt met diverse programma-modi. Leerlingen doen weinig met de opties voor procesafhandeling ("Send-to", "Inter-arrival time", enz.) omdat ze erg abstract en mede in het Engels verwoord zijn. De atomen hebben onvoldoende concreet voorstelbare proceseffecten. Uitgezonderd de heftruckjes die dan ook overmatig gebruikt worden. In fase 3 laten we die bewust buiten beschouwing. Om leerlingen beter greep te laten krijgen op de betekenis/functie van de atomen is het beter de atomen te kunnen benoemen. Leerlingen raken vaak de draad kwijt omdat ze niet meer weten welk atoom waarvoor in gebruik is. Ze snappen in een productieproces de functie van een wachtrij/buffer vaak niet goed. Er is verwarring met servers waar ook bolletjes zichtbaar worden. Het is in ieder geval nodig een aantal concrete programmaverbeteringen op te nemen om verder zinvolle uitspraken over gebruik te kunnen doen. Enkele aandachtspunten: koppeling product en "Source" los maken, concretere benamingen in de bronnen, meer tot de verbeelding sprekende symbolen, duidelijker zichtbaar in beeld van procesberekeningen ed., Zie hiervoor de voorgestelde technische wijzigingen in de bijlagen.

Opvallend is dat leerlingen in hun simulaties zelden aandacht schenken aan relaties tussen tijd en afhandeling. Ook kwantitatieve aspecten zoals mengverhoudingen van grondstoffen krijgt geen aandacht. Stel dat leerlingen een product willen maken waar mengverhoudingen een rol spelen, dan weten ze niet hoe ze zoiets kunnen maken. Ze weten niet welk atoom te kiezen en hoe de beïnvloedende parameters aangepast moeten worden. In fase 5 is dit expliciet aan de orde geweest bij de "Samenvoegers" en "Uitpakkers". Als leerlingen willen dat er 10 liter limonade binnenkomt bij 20 blikjes is het noodzakelijk extra uitleg te geven. Het vraagt uitgebreide kennis van de mogelijkheden van het programma.

Een lineaire lijn is snel gemaakt maar bij verdieping/uitbreiding van processen wordt het snel te abstract voor leerlingen. Chronologie binnen het productieproces gekoppeld aan de paralleliteit van processen (meerdere naast elkaar) en stromen is lastig te doorzien. Analyse in hoofdstromen en bijstromen gericht op details en delen en gehelen is nodig. Leerlingen ontdekken pas geleidelijk aan dat je niet zomaar alles lineair achter elkaar moet zetten en dat er ook parallelle processen en lijnen zijn. Zo geeft een groepje aan dat verpakkingmateriaal plastic niet meegemengd mag worden met de voedingsstoffenmixer en pas later in het proces via een aparte lijnen ingezet moet worden bij de verpakkingmachine.

De vraag blijft: Wat is de educatieve zin van de inzet van ED? Gaan leerlingen beter over productielijnen nadenken? Leren ze processen te analyseren. Gaat het erom dat ze het ED programma beheersen. Begrijpen ze beter wat een simulatie is. Ontwikkelen ze cognitieve vaardigheden (denkvaardigheden en denkhoudingen) of leren ze beter omgaan met abstracte hulpmiddelen? Krijgen ze meer greep en inzicht in productieprocessen? Over deze vragen zal meer discussie gevoerd moeten worden.

<i>Suggesties voor fase 3</i>

Vertrekpunt moet een onderwerp zijn dat in de belevingswereld van leerlingen ligt. Niet op basis van interesse maar op basis van beheersbaarheid en inzicht van het maakproces.

Analyseprocessen moeten begeleid worden. Beginnen met een stroomschema om greep op het productieproces te krijgen. Een product bestuderen gekoppeld aan het bijbehorende

productieproces eerst samen verkennen en doorlopen. Analyse met leerlingen hoe een proces in elkaar zit. Realistische leergang op basis van concreet > stroomschema maken > model abstract bouwen > werking testen. Aanpak zal als volgt opgebouwd zijn: Verkenning m.b.v. filmfragment "How it's made" > oriëntatie op het productieproces met behulp van stroomschema > overstap naar het maken van een simulatie op basis van een eigen gekozen onderwerp / het onderwerp van verkenning. Door deze opzet kan een concrete oriënteringsbasis geschapen worden en kan de abstractiegraad overstegen worden. De te nemen stappen worden daardoor kleiner. De eerste stap in de verkenning is. Waar worden spullen van gemaakt? Dan volgt de stap hoe worden spullen gemaakt en wat daarvoor nodig is. Dan wordt de stap genomen welke variaties in een proces zijn mogelijk. Het begrijpen dat een product meerdere eindvarianten kent. Leerlingen maken vaak voor iedere variant complete productie lijnen. Een lijn voor blauwe, groene en gele snoepjes. Leerlingen zien niet dat je een machine kunt gebruiken om meerdere producten te maken.

Tussenconclusie naar aanleiding van fase 1 en 2: het programma is in de huidige vorm en binnen de huidige didactiek nog onvoldoende bruikbaar. Een aangepast software-programma en een goede didactiek bestaande uit juiste doelstellingen, instructies, handleidingen, ondersteunende materialen, werkvormen en een leerkracht met inhoudelijke en begeleidingsvaardigheden kunnen leiden tot een zinvolle inzet van ED.

Naar aanleiding van fase 3: "In hoeverre zijn er reeds voorbereide opdrachten nodig?"

Uit de conclusies en suggesties bij fase 2 is gebleken dat een aangepaste handleiding, extra hulpmiddelen en didactiek, aangepast computerprogramma en gerichte leerkrachtinterventies nodig zijn. Ook is het wenselijk leerlingen via goed voorbereide opdrachten aan de slag te laten gaan. In deze fase wordt aan de hand van een concrete video een maakproces bestudeerd. Dit wordt in een stroomschema gezet en vervolgens wordt een simulatie gebouwd. Daarna is er ruimte voor leerlingen om een eigen proces te analyseren en te maken. Tijdens fase 2 is gebleken dat de "Send-to" en "Input" strategieën voor veel leerlingen lastig zijn omdat ze de opties onvoldoende begrijpen. Er is gevraagd voor een aangepaste/vertaalde versie van ED. Deze is gezien het moment van oplevering alleen nog tijdens de laatste bijeenkomst ingezet. Uit de reacties van leerlingen bleek dat deze aanpassingen het werken met ED al verbeterden. In de beschrijving van deze fase worden alleen nieuwe ervaringen beschreven.

Ervaringen tijdens de sessies met een mix van docentinstructie en zelfstandig werken met handleiding (twee sessies van ieder drie bijeenkomsten met een tussentijd van twee weken)

Om een goede begeleiding te kunnen realiseren is gekozen om per sessie te werken met drie groepjes van twee leerlingen. In totaal hebben twaalf leerlingen driemaal met ED gewerkt. Voor deze leerlingen was ED volledig nieuw. In de eerste bijeenkomst is dezelfde aanpak gekozen als tijdens fase 2; leerlingen lopen via een mix van handleiding en leerkrachtbegeleiding de informatie door. Wat betreft de ervaringen zijn deze vergelijkbaar met de fase 2. Vanaf de tweede bijeenkomst is gekozen om samen met leerlingen beter in te zoomen op de verkenning van een productieproces. Uit eerdere ervaringen bleek namelijk dat leerlingen wel een globaal idee hebben van iets dat ze willen maken. Om dit echter goed in een simulatie te verwerken moet een nauwgezetere analyse volgen. Geen van de kinderen kwam daar uit zichzelf toe. Daarom is er een didactische interventie gedaan op het niveau van analyse van een productieproces. We hebben geconstateerd dat het maken van een simulatie ook kennis vraagt van het proces dat je wilt

simuleren. Leerlingen benaderen het maken van een product vaak heel globaal en oppervlakkig en kunnen dit moeilijk in deelstapjes uit elkaar leggen en analyseren. Ook hebben ze weinig zicht op feitelijke bewerkingen op grondstoffen, halffabrikaten, tussenproducten. Ze kennen vaak alleen eindproducten en weten weinig van de maakkant. Daarom hebben we kinderen geholpen beter inzicht te krijgen in een productieproces. Er is gebruik gemaakt van twee videofilmjes uit de serie "How it is made" van Discovery Channel. In kleine stapjes wordt gevisualiseerd en verteld hoe producten via bewerkingen en processen tot stand komen. Er zijn fragmenten getoond hoe acryl kunstwerkjes en een golfbal worden gemaakt. Tijdens een van de gesprekken en verdere analyses die verderop beschreven worden ontstonden herkenningsmomenten. Ze refereerden aan eerder bezoek aan de Nedcar autofabriek te Born Nederland.

Met beide groepen is tijdens de tweede bijeenkomst de video van het maken van een golfbal bekeken. Er is besproken hoe een golfbal gemaakt wordt. Daarna is bekeken hoe dit in stappen aan te pakken is. Concreet zijn er vervolgens twee verschillende benaderingen geweest waarbij in iedere sessie het maken van een acryl kunstwerkje is getoond. In een sessie is het maakschema (zie bij de bijlage) na het bekijken aan de



leerlingen aangeboden. In de andere groep is stappenplan samen met de kinderen aan de hand van een tweede vertoning van de video gereconstrueerd. Vervolgens hebben de kinderen de kunstwerkjes fabriek in ED proberen te maken. De meeste leerlingen hebben aan de hand van de analyse een eenvoudig productieproces kunnen maken maar liepen nog vast op strategieën daar is toen meer aandacht voor geweest. Op verzoek hebben de leerlingen een aantal ideeën voor een zelf te maken fabriek aangedragen (parfumfabriek, autofabriek, chocoladefabriek enz.) Tijdens de derde bijeenkomst is gekozen voor het maken van een chocoladefabriek. Deze fabriek is uitgevoerd met de aangepaste Nederlandse versie van ED.

<i>Algemene conclusies naar aanleiding van fase 3:</i>
--

Het maken van een product eerst samen verkennen en in een stroomschema zetten geeft leerlingen meer greep op het productieproces. Door deze opzet kan een betere oriënteringsbasis geschapen worden en kan de abstractiegraad overstegen worden. De te nemen stappen zijn daardoor kleiner. We zien leerlingen meer samenhangende modellen bouwen. Werken volgens het schema zorgt voor meer duidelijkheid en overzichtelijkheid. Parallele stromen komen gericht in beeld.

Leerlingen zijn wel gericht op doorstroming in proces maar niet zozeer op juiste werking van de onderdelen. Door het gebruik van het stroomschema krijgen leerlingen wel beter greep op oorzaakgevolg situaties. Diverse vragen als waar worden spullen van gemaakt, wat zijn benodigde grondstoffen, welke halffabrikaten, welke activiteiten gebeuren binnen een machine, hoe hangen diverse onderdelen samen vormen een eerste stap in de verkenning door leerlingen. Deze stappen kunnen vooraf door de leerlingen beter uitgevoerd worden. Het blijkt niet mogelijk om het

analyseproces van een product goed in een handleiding te verwerken. Daarvoor is het te open, te interactief en vraagt het een te intensieve begeleiding.

Werken in de Nederlandse taal zorgt voor meer beleving, bewustwording en greep op de simulatieomgeving. Leerlingen geven aan dat ze bepaalde begrippen nu beter begrijpen. Daarnaast geeft de uitbreiding van de "Library" met herkenbare producten (grondstoffen/halffabricaten) een concreter beeld om een product te maken. Het begrijpen van de vertaalde teksten bij de "Send-to" is voor leerlingen toch nog moeilijk. Een aangepaste tekst of meer begeleiding waardoor onderdelen beter begrepen worden is nodig. Dat bijdragen aan het zelfstandig kunnen begrijpen en gebruiken van het programma.

De functie van verbindinglijnen is voor enkele leerlingen nog onduidelijk. Ze zien de lijnen niet als relationele verbindingen maar als concrete paden waarlangs iets getransporteerd wordt. Voor het minutieus volgen van een voorbeeld stappenplan en dit verwerken in de simulatie hebben ze niet altijd de rust of concentratie. Probleemoplossend denken en handelen wordt prima geactiveerd met deze omgeving. De juiste vorm van ondersteuning en begeleiding is daarvoor gevraagd. We zien veel actieve in boeiende dialogen over aanpak, werking, inhouden, veronderstellingen enz. Er ontstaat bijv. een diepgaande discussie over verschillen tussen mengen en malen.



Het efficiënter maken (sneller maken) van een fabriek zorgt bij de leerlingen regelmatig nog voor hoofdbrekens. Vaak wordt er het eerst gezocht naar het bijplaatsen van machines of van productielijnen. Leerlingen gaan niet direct zoeken in het met behulp van de strategieën

optimaliseren van de verschillende atomen. De samenhang tussen verschillende aanpassingen zien blijkt ook moeilijk; verandering van het ene heeft effect op het andere. Daarom is het belangrijk de leerlingen zelf te laten verwoorden wat nu de verschillende strategieën betekenen en wat je ermee kunt.

De aangepaste simulatie ontwerpomgeving geeft de leerlingen meer inzicht in wat je nodig hebt om een bepaalde productielijn te maken. Wat heb je nodig en in welke volgorde om het goede eindproduct te verkrijgen. Omzetten naar het Nederlands leidt tot beter begrijpen wat er staat en leerlingen kunnen er daardoor individueel beter mee uit de voeten. Problemen oplossen vinden de leerlingen uitdagend, interessant en leuk. Het vinden van oplossingen voor een probleem moet niet te lang duren anders verdwijnt motivatie of concentratie. Het samenwerken wordt als zeer rijk ervaren.

Naar aanleiding van fase 4: "welke kennis dienen leerlingen te hebben en wat is de rol van de docent?"

In deze fase zijn de resultaten van de eerste drie fases verwerkt en op papier gezet. Tevens is de aanpak voor fase 5 voorbereid. In het algemeen kan gezegd worden dat het van belang is dat een leerkracht vertrouwen heeft in het rendement van het werken met een dergelijk systeem en niet al te zeer direct verbindingen legt naar het vigerende curriculum. Uit de beschrijvingen van de fase 1 t/m 3 is wel duidelijk geworden dat het een en ander van een leerkracht verwacht wordt wat betreft: inhoud, techniek, motivatie, organisatie en begeleidingsvaardigheden. De leerkracht moet zelf goed op de hoogte zijn van productieprocessen. Van leerlingen wordt niet al te veel voorkennis verwacht. Met goede instructie, didactiek, materialen, begeleiding zoals vermeld bij de fase 1 t/m 3 zullen ze een heel eind komen. Fase 5 zal dan ook gebruikt worden om een finale test te doen van de haalbaarheid onder condities; gemixte leerkrachtinstructie (begeleiding en zelfwerkzaamheid), aangepaste handleidingen, concrete inleiding in analyseren van productieprocessen, een vertaald (Nederlands) en aangepast ED programma en voldoende leerlingen interactie onderling, voldoende en kwalitatieve leerkracht - leerling interactie. In deze fase zal ook gezocht worden naar aanwijzingen voor het activeren van actief hoger orde denken. Voor het bestuderen van dergelijke vaardigheden wordt gezocht naar enkele concrete voorbeelden van aanwijsbare denkvaardigheden en denkhoudingen (Slangen, Fanchamps, & Kommers, accepted; Slangen & Sloep, 2005).

Naar aanleiding van fase 5: "Kunnen leerlingen zelf aangedragen vraagstukken uitwerken en tot welk cognitieve opbrengsten leidt dat?"

Aanpak in fase 5

- Er wordt gestart met nieuwe leerlingen; maximaal 6 groepen van 2 leerlingen.
- Er wordt geen onderscheid meer gemaakt tussen de groepen. Alle groepen krijgen de gemixte instructie begeleidingsvariant.
- De haalbaarheid van de complete didactische aanpak op basis van de bij fase 1-4 gestelde voorwaarden; gemixte leerkrachtaanpak (instructie, begeleiding en zelfwerkzaamheid), aangepaste handleidingen, concrete inleiding in analyseren van productieprocessen, een

vertaald en aangepast ED programma en ruime leerlingen interactie onderling, voldoende en kwalitatieve leerkracht-leerling interactie.

- Maximaal 5 sessies waarbij de leerlingen na de derde sessie een eigen productielijnen gaan maken.
- Momenten met actief denkgedrag worden zo mogelijk geduid naar denkvaardigheden en denkhoudingen?

Aanpak bijeenkomst 1:

In de eerste bijeenkomst met een leergesprek gestart. De leerlingen is gevraagd hoe een pen gemaakt wordt. Ze vertellen dan uit welke onderdelen het bestaat, waarvan iets gemaakt wordt, hoe het in elkaar zit. Meestal weten ze wel grondstoffen te noemen, maar niet hoe het vervolgens via bewerkingen gemaakt wordt.

Daarna wordt een simulatie van een bedrijfshal getoond. De leerlingen krijgen de gelegenheid om te vertellen wat ze zien. Ook is gesproken over optimalisering. Zo wordt het begrip simulatie gaandeweg verduidelijkt.

Daarna doorlopen ze zelfstandig de handleiding (zie bijlage). De meeste leerlingen komen er goed mee uit de voeten. Het blijkt dat hun algemene kennis van Windows ruim voldoende is. Ze werken intensief stap voor stap de handleiding door. Er zijn geen echte grote problemen. En ze komen snel vooruit. Sommige leerlingen gaan al hun eigen weg zoeken. Af en toe stellen ze elkaar vragen. De begeleider moeten af en toe enkele vragen van de leerlingen beantwoorden. Ze doen ook ontdekkingen over de werking. Ze maken al snel een productielijn van een zelfbedacht product.



Daarna wordt samen een lollyfabriek gemaakt. Verschillende type machines, verbindingslijnen, enzovoort besproken. Er wordt nauwkeurig ingegaan op het verschil tussen grondstof en bron. Dat blijkt bij een aantal leerlingen niet altijd duidelijk te zijn.



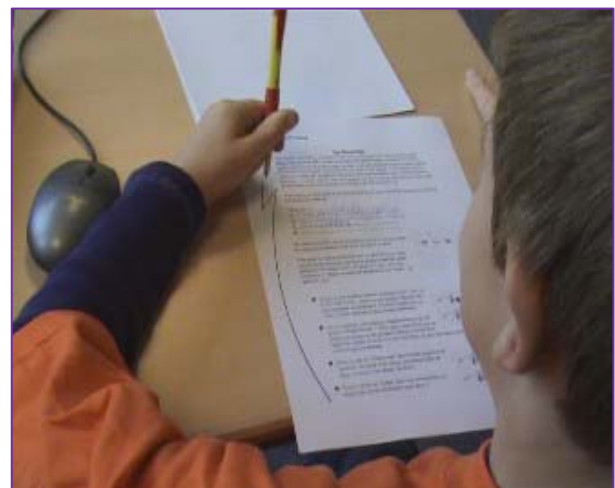
De volgende stap is samen het probleem van de bioscoop verder uitwerken. Aan de hand van een leergesprek en een werkblad wordt de simulatie ontwerpomgeving gebruikt om een ander voorbeeld uit te werken. Dit voorbeeld wordt stapsgewijs opgebouwd. Dit in kleine stukjes en kleine stapjes. In dit model moeten we ruimschoots aandacht besteden aan het begrip "wachtrij". Wanneer is een

“queue” (wachtrij) wel of juist niet relevant? Wanneer wordt die interessant. Mensen zijn het product. De deur bij een bioscoop is de bron, daarna gaan mensen naar de / verschillende wachtrijen. Er zijn speciale wachtrijen, daar kunnen we aandacht aan besteden als leerlingen dit aandragen. Na de wachtrijen verdeelt de mensenstroom zich over meerdere zalen / locaties. Wat kun je doen als de wachtrijen lang worden. Er zijn heel veel zalen. Hoe zou je ervoor kunnen zorgen dat mensen sneller afgehandeld kunnen worden? Alle leerlingen doen actief mee en dragen oplossingen aan om het probleem van de vele bezoekers goed te tackelen; meer loketten, meer bronnen, meer zalen, staanplaatsen enz. Hier is ook ruimte om inzicht te krijgen in parallelle stromen. Wat doe je met mensen die gereserveerd hebben? Aparte kassa? Aparte rijen en parallelle stromen komen daardoor gericht in beeld. Uitwerking op papier zetten en doorwerken.

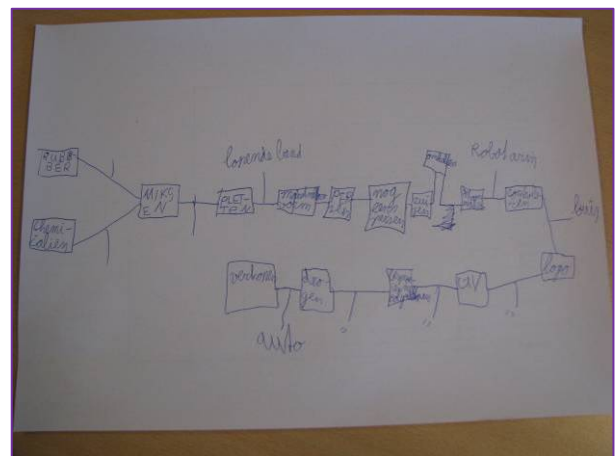
Daarna wordt de overstap naar een fabriek gemaakt. In de tweede bijeenkomst gaan we kijken hoe je een simulatie van een fabriek kunt maken van hoe je een product gemaakt wordt. De opdracht is: zoek voor de volgende keer eens op Internet of m.b.v. een educatief tv-programma op hoe het door jou zelf bedachte product gemaakt wordt. Dit is een oriënteringsbasis voor de volgende bijeenkomst.

aanpak bijeenkomst 2:

Leerlingen hebben naar aanleiding van de opdracht van de 1^e bijeenkomst informatie opgezocht over het maken van een productielijn. De ideeën worden eerst gemeenschappelijk besproken. Er wordt ingegaan op de manier waarop de leerlingen deze uitgewerkt hebben. Er is sprake van verschillende type uitwerkingen. De meeste leerlingen hebben de gegevens opgezocht en opgeschreven. Een enkele leerling heeft uit zichzelf al een stroomschema gemaakt. Leerlingen geven aan dat ze het moeilijk vinden om het productieproces precies en nauwkeurig op te schrijven. Daarbij is de mate waarin maakprocessen in substappen opgesplitst worden hun niet altijd duidelijk.

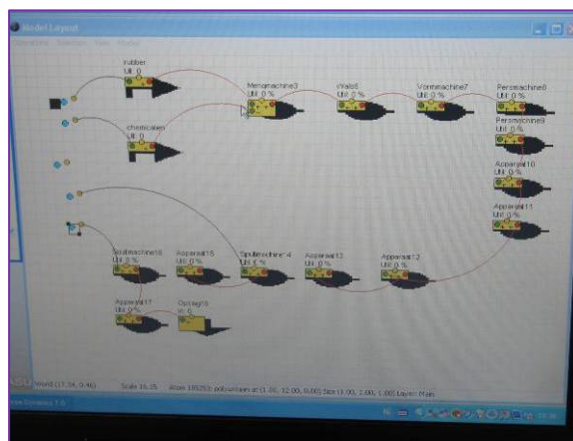
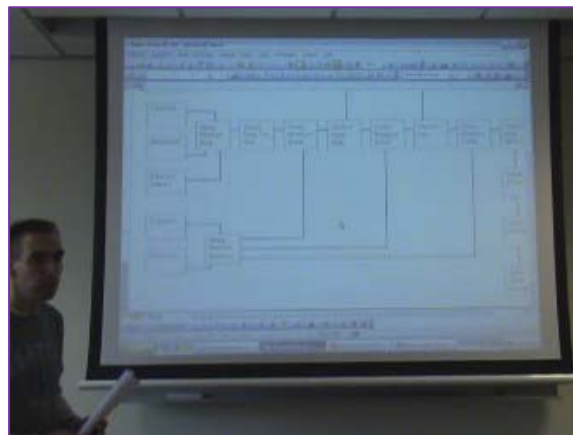


Leerlingen bekijken de video “How it’s Made” over de vervaardiging van het acrylwerkstuk. De leerlingen krijgen de opdracht goed op te schrijven hoe een kunstwerkje gemaakt wordt. Sommige leerlingen schrijven het in woorden op. Een enkele leerling maakt zelf al een stroomschema. Daarna krijgen ze op papier een uitgewerkt stroomschema van het productieproces (zie bijlage). Dat stroomschema wordt besproken. Af en toe wordt nog even teruggeblikt naar momenten in de video. De leerlingen begrijpen hoe je stappen in een proces schematisch kunt weergeven. Langzamerhand



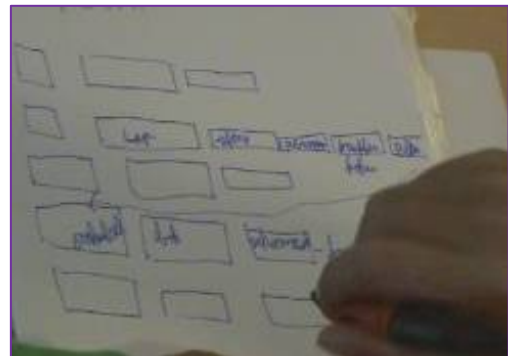
ontstaat een bij de leerlingen een beeld hoe een product tot stand komt. Ze begrijpen dat er allerlei (mechanische of handmatige) bewerkingen aan vast zitten. Ook wordt duidelijk dat tussen de afzonderlijke bewerkingunits transportstappen een rol spelen. Ook wordt besproken hoe machines efficiënt gebruikt kunnen worden. Ook verschillende keuzes die je kunt maken bij het opzetten van een productielijn worden duidelijk; een machine voor meer toepassingen gebruiken, twee machines aanschaffen, enz.

De volgende stap is dat de leerlingen een tweede video van "How it's Made" over de vervaardiging van een golfbal bekijken en tegelijkertijd proberen het maakproces zelf in een stroomschema op te schrijven. De resultaten worden met de leerlingen plenair besproken. Eerst geven de leerlingen de eigen aanpak en daarna worden die vergeleken met het voorbeeld dat de docent centraal laat zien. De leerlingen gaan nu het schema van de golfbal in een simulatie uitwerken. Een leerling zegt: "Dan hoef je het toch maar zo over te nemen." Het centrale stroomschema wordt nu vertaald naar een simulatie ontwerp. We zien bij dit gebeuren veel discussies en veel inhoudelijke redeneer- en denkprocessen bij de leerlingen. De lijntjes in de stroomschema's worden vrij concreet als paden opgevat en minder als relaties. Er worden tevens allerlei andere vragen over de maakprocessen besproken. Leerlingen plaatsen wel de grondstof maar vergeten soms de bron aan te geven. Ze gaan ook zelf passende namen geven. Een leerling signaleert een ongerijmdheid in het programma. De bron kan niet rubber zijn, de grondstof is rubber. Dat is nog een foutje in het programma. Leerlingen kunnen nu zonder al te veel problemen de simulatie opbouwen. Ze nemen beslissingen, passen namen aan, bediscussiëren de werking en problemen in het proces. Ook het aangeven van de condities in de "Send-to" en "Input" opties is geen probleem. Sommige leerlingen gaan al uit eigen ontdekking aan de slag met het zelf aanpassen van icoontjes. Er ontstaan intensieve discussies die zowel betrekking hebben op de manier waarop een product tot stand komt als wel over de werking en de aanpak van het programma. De leerlingen zijn enthousiast als het programma begint te werken. Ze gaan vervolgens meer over de kwaliteit van het productieproces en de stappen discussiëren. Als een programma niet werkt hangt dat meestal samen met verkeerde keuzes in het proces. Vergeten verbindingen, verkeerd instellen van de "Send-to" of "Input"condities bij de atomen. De leerlingen worden aangezet tot het maken van verbeteringen. Er wordt gesproken over harder werken van de machines en tijd instellingen. Voor de volgende bijeenkomst is de opdracht dat leerlingen van het zelfgekozen productieproces een stroomschema maken. Aan de hand van de verzamelde informatie. Dan kan die de volgende bijeenkomst gebouwd worden. In deze bijeenkomst wordt een aangezet gemaakt naar parallelle en lineaire productieprocessen. Dit vraagt meer aandacht en zal de volgende bijeenkomst verder uitgewerkt worden.

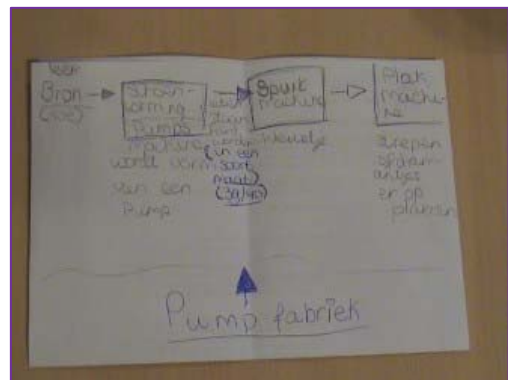


Aanpak bijeenkomst 3:

Er wordt gestart met het bespreken van de gemaakte schema's. Sommige leerlingen hebben ze nauwkeurig uitgewerkt. Anderen hebben ze nog globaal in hun hoofd zitten. Er komen ideeën naar voren zoals: de oorbellen fabriek, bonbon fabriek, honkbalknuppel fabriek, kauwgum fabriek enz. Er wordt afgesproken dat de volgende bijeenkomst een begin gemaakt wordt met de eigen productie-ideeën.



In deze bijeenkomst is dieper ingegaan op het verduidelijken van een aantal functies, verdiepen van de strategieën en condities die gekoppeld zijn aan de atomen. Daarvoor wordt het schema van de golfbal gebruikt. Er wordt eerst centraal gestart. Er wordt een analogie naar een bakproces gemaakt. Om een goede cake te bakken moet je de juiste keuzes maken ten aanzien van verhoudingen, bewerkingen enz. Je hebt dus een goed recept nodig. Dat geldt bij het maken van een golfbal ook. Er wordt bijvoorbeeld gewerkt met verschillende mengverhoudingen van rubber en chemicaliën. Hoe kun je dat nu in het programma aanpakken? De leerlingen komen op verhoudingen, maten en gewichten. Sommige leerlingen denken dat als je het erbij schrijft het ook gebeurt. Gaandeweg wordt de leerlingen duidelijk dat je in een simulatie bepaalde instellingen kunt bepalen om het productieproces te kunnen beheersen.



Vervolgens wordt ingegaan op lineaire en parallelle processen. De golfbal is in eerste instantie een lineair proces. Het spuiten in twee kleuren vraagt een parallel proces. Tijdens het maken is hier dus aandacht voor nodig. Het kiezen van een strategie is bepalend voor een succesvol proces. Hoe krijg je die verf om de beurt of bij verschillende machines, door elkaar, achter elkaar, naast elkaar, etc. Hoe doe je dat met afwijkende logo's, etc.? Dat betekent meer aandacht voor formules, teksten enz. Deze onderwerpen zijn deels gezamenlijk / deels individueel met de leerlingen besproken. Samen met de leerlingen gezocht naar het oplossen van een gesignaleerd probleem namelijk het werken met mengkleuren. Als je spullen in verhoudingen wilt maken; bijvoorbeeld een kleur door twee andere kleuren te mengen hoe pak je dat dan aan? De "Inter-arrival time" is daarvoor uitvoerig bestudeerd. Leerlingen proberen allerlei opties uit om te kijken wat de effecten zijn. De leerlingen ontdekken dat er achter "Inter-arrival time" verhoudingen ten grondslag liggen. Het is echter niet duidelijk hoe ze functioneren. Uiteindelijk blijkt dat deze optie geen goede oplossing biedt. Ook de begeleiders weten nu nog geen oplossing. Het probleem wordt geparkeerd en er is afgesproken dat er gezocht wordt naar de aanpak om dit probleem verder op te lossen.

Tijdens deze bijeenkomst wordt de leerlingen ook duidelijk dat het toevoegen of weghalen van atomen en het veranderen van parameters en variabelen in het proces effecten op andere delen van de simulatie heeft. Er wordt vooral in interactieve sessies met de leerlingen nagegaan hoe bepaalde veranderingen tot effecten kunnen leiden. Veelal is er op verklarende wijze gezocht. Zo

blijkt dat het toevoegen van een atoom kan leiden tot verdere vertraging in het proces. De discussies hebben een hoge abstractiegraad omdat de leerlingen niet alle gegevens hebben. Vaak wordt meer vanuit veronderstellingen en aannames gediscussieerd. Het een en ander heeft soms tot felle discussies geleid waarbij een leerling vroeg of ze haar standpunt voor het bord mocht uitleggen omdat de hele groep het niet snapte. Sommige leerlingen maken uitgebreide en complexe productielijnen. Het blijkt dat ze zelf vaak wel weten hoe ze in elkaar zitten, maar dat ze op het scherm weinig overzichtelijk zijn.

Er is tijdens de bijeenkomst in de fase 1 t/m 3 duidelijk sprake van hoger-orde denk processen. We zien tijdens de interactie processen (leerkracht - leerling en leerlingen onderling) regelmatig vormen van redeneren zoals; oorzaak en gevolg redeneren, als dan redeneringen, redeneren vanuit analogieën, samenvatten, vergelijken en contrasteren, verifiëren, herkennen van misconcepties, synthetiseren en analyseren, ordenen van gegevens, prioriteiten stellen, enzovoorts. We zien ook allerlei denkhoudingen; onafhankelijk denken, humor, creatief en imaginair redeneren, vragen stellen, denken over de denken, volhouden, streven naar accuraatheid enz.

Aanpak bijeenkomst 4:

In deze bijeenkomst wordt gestart met het centraal bespreken van het probleem van de mengverhoudingen. Er is in de "Library" een atoom beschikbaar dat de "Samenvoeger" heet. Daarmee kun je verhoudingen in een tabel aangeven. De leerlingen begrijpen de aanpak redelijk snel. Ook begrijpen ze hoe je dan met meer dan twee lijnen de "Samenvoeger" kunt uitbreiden. Leerlingen vinden het wel vreemd dat je eerst naar een "Samenvoeger" moet en dan pas bij de mixer komt. Hierover wordt gediscussieerd en geleidelijk aan wordt leerlingen duidelijk dat het vaak abstracte elementen zijn, dat je de "Samenvoeger" ook kunt beschouwen als twee kranen die in een bepaalde verhoudingsstand opengaan. De samengevoegde ingrediënten moeten dan nog gemengd worden.



Het grootste deel van deze bijeenkomst is nu beschikbaar om zelfstandig te werken aan het bouwen van de eigen ontworpen fabriek. Soms maken de leerlingen nog wel fouten in het programma. Ze verwisselen ingang- en uitgangkoppelingen. In de interactie met de begeleiders wordt nu gewerkt aan de eigen producten. Hierbij zien we zeer actief leergedrag. De begeleiders ondersteunen vooral door het stellen van (richt)vragen om leerlingen aan het denken te zetten. Er is sprake van veel interactie en dialoog. De bij fase drie genoemde redeneringsprocessen zien we voortdurend terug. Met hulp van de begeleiders worden strategieën bestudeerd. Leerlingen zelf zoeken ook wel weer naar optimalisaties van hun producten. Het programma geeft hun genoeg vraagstukken om naar nieuwe oplossingen te zoeken.

De begeleiders geven soms complicerende opdrachten. Als leerlingen een fabriek gemaakt hebben wordt bijvoorbeeld gesteld dat de fabriek nu een nieuwe lijn naast de andere actief moet hebben.

Bij fouten wordt de leerlingen geleerd om te redeneren in stapjes. Ze leren hoe ze onderdelen systematisch kunnen uitsluiten en insluiten om te ontdekken waar fouten zitten.

Aanpak bijeenkomst 5:

In deze bijeenkomst wordt verder gewerkt aan de eigen fabriek. Naast de "Samenvoeger" wordt ook de "Splitser" nu besproken. Er wordt een voorbeeld aangegeven hoe je gebruik kunt maken van de "Splitser" om naar verschillende distributielijnen toe te werken. De leerlingen zien snel de analogie tussen de atomen voor samenvoegen en splitsen. Er wordt ook een stap gemaakt naar de 3D functie. Kinderen vinden het geweldig dat nu hun abstracte fabriek nu ook concreet weergegeven kan worden. Ze ontdekken snel hoe de simulatie aangekleed kan worden met allerlei bouwstenen zoals muren, vloeren enz. Sommige error pagina's verwarren de leerlingen wel. Leerlingen komen dan zelf ook niet tot de oplossing van errors. In bijeenkomst 4 en 5 is door middel van de "Samenvoeger" en de "Splitser" op concrete wijze met verhoudingen gewerkt. Je ziet dat de leerlingen op een realistische wijze met verhoudingen omgaan. In een korte evaluatie geven de leerlingen aan dat ze het wel een boeiend programma vonden. Wel was het niet zo makkelijk omdat soms verkeerde keuzes werden gemaakt en sommige dingen niet goed werkten. Er waren vaak wel errors. De leerlingen vertelden dat ze op een 3D beeld beter zien wat er gebeurt. Sommige leerlingen vonden het jammer dat het afgelopen is. Sommige leerlingen zouden meteen in 3D willen werken. Een andere leerling gaf aan dat de "Model layout" voor hem beter werkt. Dat was voor hem overzichtelijker. Leerlingen geven aan dat ze geleerd hebben hoe dingen gemaakt worden. Sommige leerlingen hadden ook nog andere functies gevonden (bv. de "Opdelers"). Er is zelfs een leerling die de free trial versie van ED heeft gedownload en er thuis mee aan de slag is gegaan.



Eindconclusies:

Tijdens deze studie zijn veel ervaringen en conclusies getrokken. We zullen deze niet herhalen maar in een korte samenvattende paragraaf in enkele eindconclusies verwoorden.

Het is mogelijk om kinderen met ED te laten werken indien gebruik gemaakt wordt van een aangepaste versie, een instructiehandleiding en goede leerkrachtbegeleiding. Handleiding, instructiebladen en programma zullen verdere verbeteringen vragen. Belangrijk aspect ten aanzien van de leerkracht zal zijn: kennis, vaardigheden en attitude ten aanzien van het leren leerlingen m.b.v. simulatieomgevingen zoals ED. Leerkrachten zullen vaardigheden moeten leren om kinderen te begeleiden in meer open probleemsituaties, moeten zelf processen kunnen analyseren en deze samen met leerlingen kunnen vertalen naar boeiende leermomenten. Het lijkt dat leerlingen die met ED werken in een sterke interactieve leerdialoog komen. Zulke dialogen zijn vaak diepgaand en

werkelijk probleemoplossend. Het antwoord is niet bekend bij de leerkracht. Dit geeft vaak in dringende, spannende en motiverende leerervaringen.

Het programma is erg boeiend en biedt veel perspectieven om op een andere manier met leerlingen te werken. Leerlingen zullen zonder adequate instructie en aangepaste software er niet zelfstandig mee kunnen/willen werken. De frustratiedrempel lijkt dan te hoog. Bij een geleide instructie met voldoende mogelijkheden tot zelfontdekking en open leren komen de leerlingen tot verrassende resultaten.



Hoewel leerlingen bij de juiste instructie goed met het programma kunnen werken zijn er de nodige kenmerken van het programma die aandacht vragen. Een aantal kenmerken zijn voor leerlingen niet intuïtief genoeg. Andere onderdelen leveren inconsequenties die daardoor regelmatige docentbegeleiding vragen. Het programma is te uitgebreid en te onoverzichtelijk maar zou aan de andere kant met gedegen aanpassingen zeker veel mogelijkheden kunnen bieden. Sommige onderdelen zoals de "Library tree" kunnen aangepast worden zodat leerlingen er beter mee kunnen werken. Een aantal functionaliteiten ("Splitser" en "Samenvoeger") bieden interessante reken- en wiskundige uitdagingen voor kinderen. In het algemeen kan geconstateerd worden dat dergelijke ontwerpomgevingen voor veel leerlingen voldoende uitdaging en leerkansen bieden.

Het programma zal niet gemakkelijk ingang in het basisonderwijs vinden. Daarvoor zijn de realisatie voorwaarden - inhoudelijk op ICT en Techniek terrein en educatief op didactisch en doelstellingen

terrein - te complex. Leerkrachten die persoonlijk overtuigd zijn van de meerwaarde en zich vertrouwd voelen met het gebruik van dergelijk type software en educatieve benaderingen zullen het programma snel kunnen benutten en de meerwaarde ervan inzien. Aan de andere kant zien we dat de leerlingen bij een goede verhouding tussen uitleg en instructie creatief en zelfwerkzaam tot bijzondere producten kunnen komen.



Een gedegen wetenschappelijk onderzoek naar de educatieve meerwaarde van dergelijke middelen zou aantrekkelijk zijn. Tijdens de casestudie zijn immers aanwijzingen gevonden dat leerlingen zeer geboeid kunnen zijn door het gebruik, dat ze sterke cognitieve redenasiepatronen kunnen opbouwen, analytische vaardigheden toepassen, dat ze uitvoerige kritische discussies met elkaar aangaan enz. Met andere woorden een dergelijk pakket zet leerlingen bij de juiste instrumentatie en begeleiding wel aan tot hoger orde denken. De abstracties van een dergelijk pakket gaat sommige leerlingen goed af. Ze vinden uiteindelijk de 3D weergave wel de kers op de appelmoes. Inzetten van dit soort software kan zeker aangemerkt worden als onderwijs inhoudelijk transitief. Het is interessant om t.z.t de diverse video-opnames uitvoeriger te analyseren op zowel de cognitieve als onderwijskundige opbrengsten.

Literatuur:

- ITEA. (2002). *Standards for technological literacy: content for the study of technology*. Virginia: International Technology education Association.
- Jonassen, D. H. (2000). *Computers as Mindtools for schools: Engaging critical thinking*. Columbus, Ohio: Prentice Hall.
- Jonassen, D. H. (2006). *Modeling with technology, Mindtools for conceptual change* (3 ed.). Columbus, Ohio: Pearson Prentice Hall.
- Rieber, L. P. (2005). *Multimedia Learning in games, Simulations, and Microworlds*. In R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (pp. 549-567). Cambridge: Cambridge University Press.
- Slangen, L. A. M. P., Fanchamps, L. J. A., & Kommers, P. A. M. (accepted). *A case study about supporting the development of thinking by means of using ICT and concretization tools*. . *Int. J. Cont. Engineering Education and Lifelong Learning*.
- Slangen, L. A. M. P., & Sloep, P. B. (2005). *Mindtools contributing to an ICT-rich learning environment for technology education in primary schools*. *Int. J. Cont. Engineering Education and Lifelong Learning*, 15(3-6), 225-239.

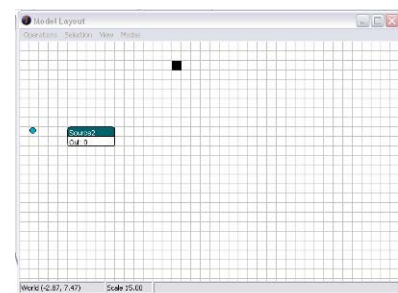
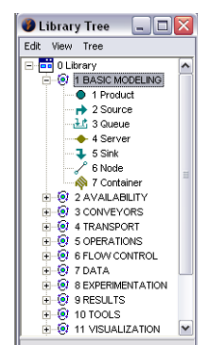
Simulaties maken met de computer (handleiding fase 1/3):

- Start het programma op door dubbel te klikken op het blauwe icoontje van Enterprise Dynamics.
- Je ziet nu het opstartscherm van de simulatie omgeving. Kijk eens goed wat je hier allemaal kunt vinden. Als het goed is zie je de volgende onderdelen:



<p>Een klokje, Dit geeft de tijd aan.</p> 	<p>De “Run Control”, Hiermee zet je de simulatie aan en uit. Ook kun je hier de snelheid instellen.</p> 
<p>De “Library tree” Hier staan alle onderdelen en producten die je nodig hebt om een simulatie te kunnen maken.</p> 	<p>De “Model layout” Op dit blad maak je je eigen simulatie.</p> 

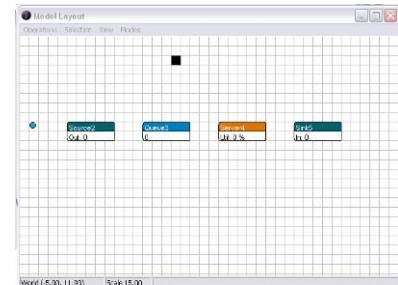
- Je bent nu klaar om je eerste simulatie te gaan maken. Dit doe je op het werkblad dat we de “Model layout” noemen. Hier kun je alle onderdelen uit de “Library tree” naartoe slepen.
- Klik in de “Library tree” op het plusje dat links naast “Basic modeling” staat. Je ziet nu het volgende scherm: Kijk eens wat er allemaal bij is gekomen. Met deze onderdelen kun je zelf een eenvoudige simulatie maken. Je kunt de onderdelen uit deze lijst naar het werkblad (de “Model layout”) slepen.
- Een simulatie begint altijd met een “Product” en een “Source” (bron).
- Neem nu uit de lijst een “Product” en sleep dat naar het werkblad. Plaats het product aan de linkerkant op het werkblad.
- Neem uit de lijst een “Source” (bron) en sleep ook dit naar het werkblad. Plaats dit rechts naast het “Product”.



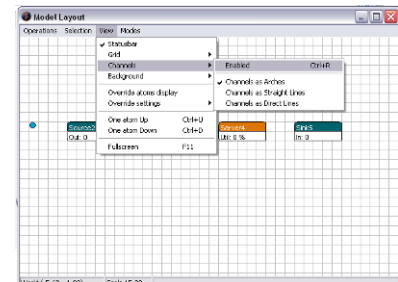
Als het goed is heb je nu het volgende gemaakt:

- Neem nu uit de lijst een “Queue” (wachtrij), een “Server” (hier wordt iets gedaan – gemaakt) en een “Sink” (hier is het product klaar) en sleep deze ook naar het werkblad.

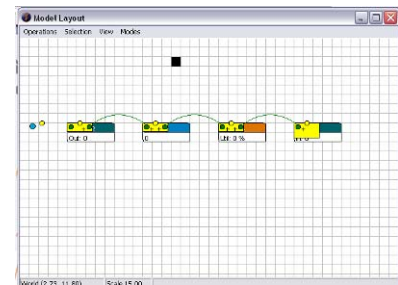
Als het goed is heb je nu het volgende gemaakt:



- Je moet nu deze onderdelen nog met elkaar verbinden anders werken deze niet. Dat kun je op de volgende manier doen: Klik op het werkblad (de “Model layout”) op “View” en selecteer “Channels”. Klik dan op “Enabled”.



- Als je op “Enabled” hebt geklikt, dan verschijnen gekleurde lijnen tussen de onderdelen. Daarmee kun je zien of je alle onderdelen met elkaar hebt verbonden. Dan weet je zeker dat deze goed werken.



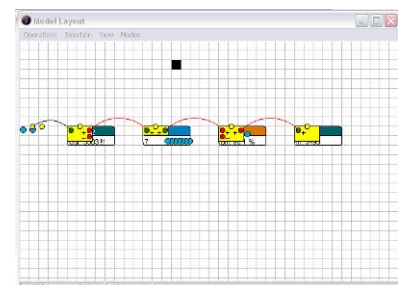
- Je ziet nu ook dat er bij elk onderdeel + en – tekens en rondjes bij zijn gekomen. Hiermee kun je de onderdelen aan elkaar verbinden. Dat gebeurt nu automatisch.

- Je kunt nu de simulatie afspelen. Klik daarvoor op de “Run Control” op de afspelknop. Met de schuifbalk kun je de snelheid verhogen zodat je ziet wat er gebeurt. Het klokje gaat nu ook sneller meelopen.

- Bekijk alle onderdelen eens goed. Wat gebeurt er nu?

- Als het goed is zie je gekleurde bolletjes verschijnen in de verschillende onderdelen. Dat zijn wachtrijen. De onderdelen kunnen niet meteen verder en de bolletjes laten dat zien.

- Wat zou je nu kunnen doen om wachtrijen te voorkomen?



De bioscoop:

Stel je eens voor dat er een nieuwe film in de bioscoop komt waar iedereen héél graag naar toe wilt. Het zou dan wel eens heel druk kunnen worden. Er zou een lange wachtrij aan de kassa komen te staan. Dat kan betekenen dat je te laat voor de film bent en dat je geen tijd meer hebt om popcorn te kopen. Veel mensen zullen boos zijn omdat het zo druk is. Dit zou je met een simulatie van te voren al kunnen bekijken. Op deze manier weet de eigenaar van de bioscoop wat hij moet doen zodat de bezoekers niet boos worden en op tijd in de film kunnen zijn.

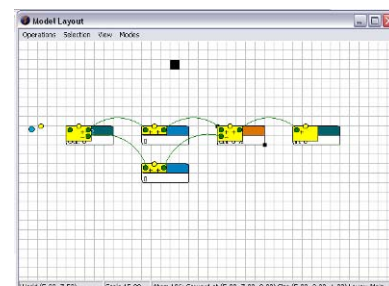
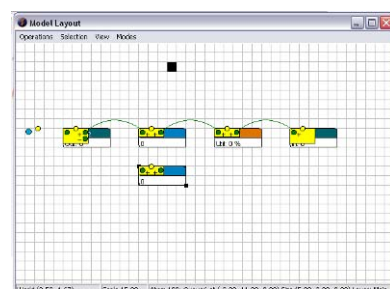
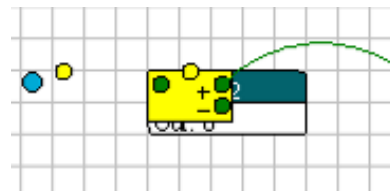
Wat kun jij nu bedenken zodat veel bezoekers op tijd in de film kunnen zijn? Schrijf dat hieronder eerst op.

Mijn idee is:

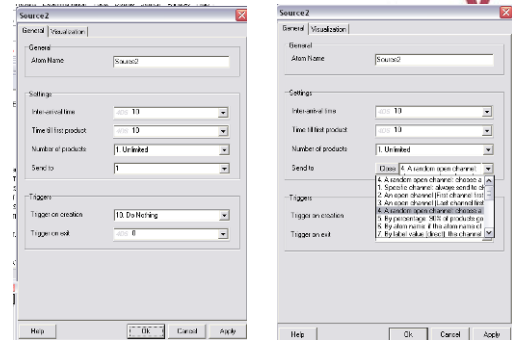
- 1)
- 2)
- 3)
- 4)

We gaan nu zelf eens proberen of jouw idee werkt en of de wachtrijen korter worden. Dat kun je immers aan de gekleurde bolletjes in de onderdelen zien. Dit gaan we stap voor stap uitproberen. Daarvoor moet je onderdelen toevoegen. Dat gaat als volgt:

- Als je op een + tekenje van een onderdeel klikt, dan zul je zien dat er een – teken en een rondje bijkomt. Dit zijn ingangen en uitgangen. Op deze manier kun je weer nieuwe onderdelen met elkaar verbinden.
- Om een nieuwe verbinding te maken moet je op het groene bolletje bij het – teken gaan staan. Klik met de linker muisknop op het groene bolletje en houd deze ingedrukt. Sleep nu eens over het werkblad. Je zult zien dat er een verbindingslijntje ontstaat.
- Neem nu uit de “Library tree” een tweede “Queue” en sleep deze op het werkblad onder de eerste “Queue”.
- Maak nu een verbindingslijntje van de “Source” naar de tweede “Queue” op deze manier.
- Je moet nu ook deze tweede “Queue” nog verbinden met de “Server”. Daarvoor moet je bij de ingang van de “Server” op het + teken klikken om er een ingang bij te maken. Als je dat hebt gedaan kun je de tweede “Queue” met de “Server” verbinden.



- Je moet nu de “Source” nog vertellen wat deze moet doen. Klik daarom met de rechtermuisknop op de “Source”. Het volgende scherm verschijnt:



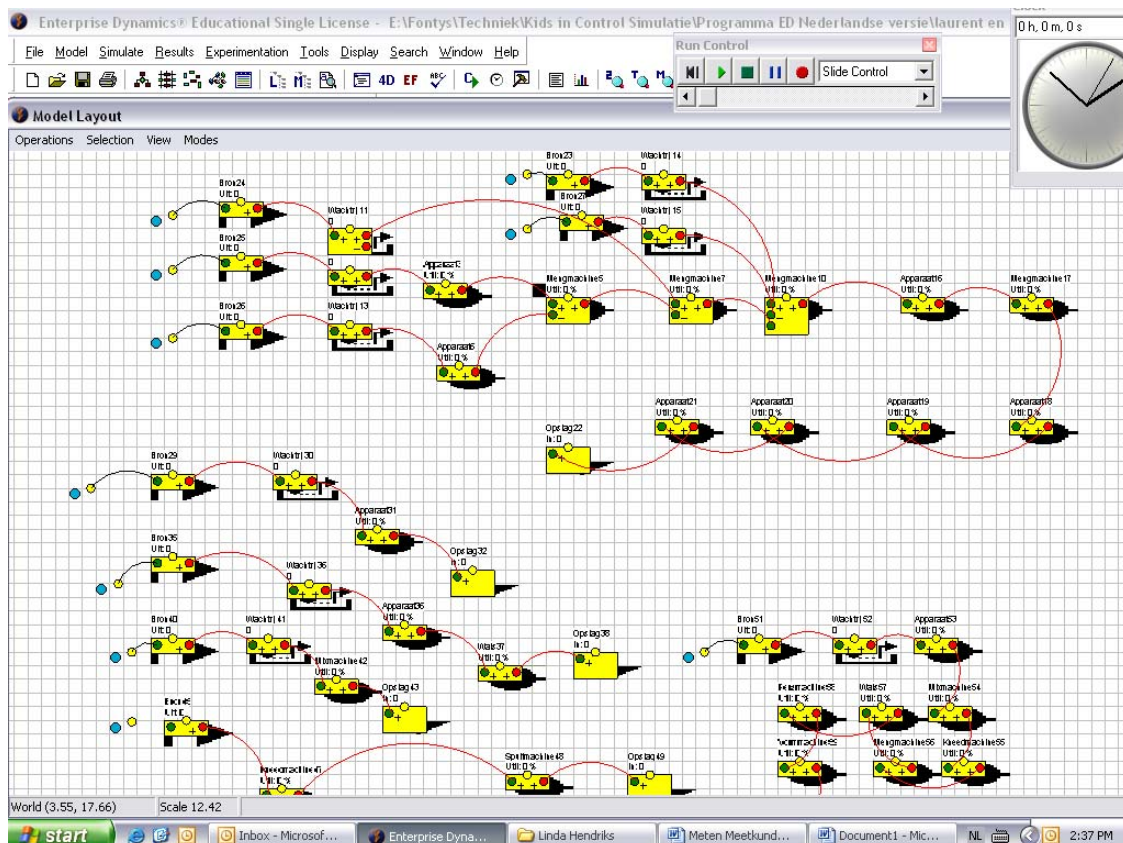
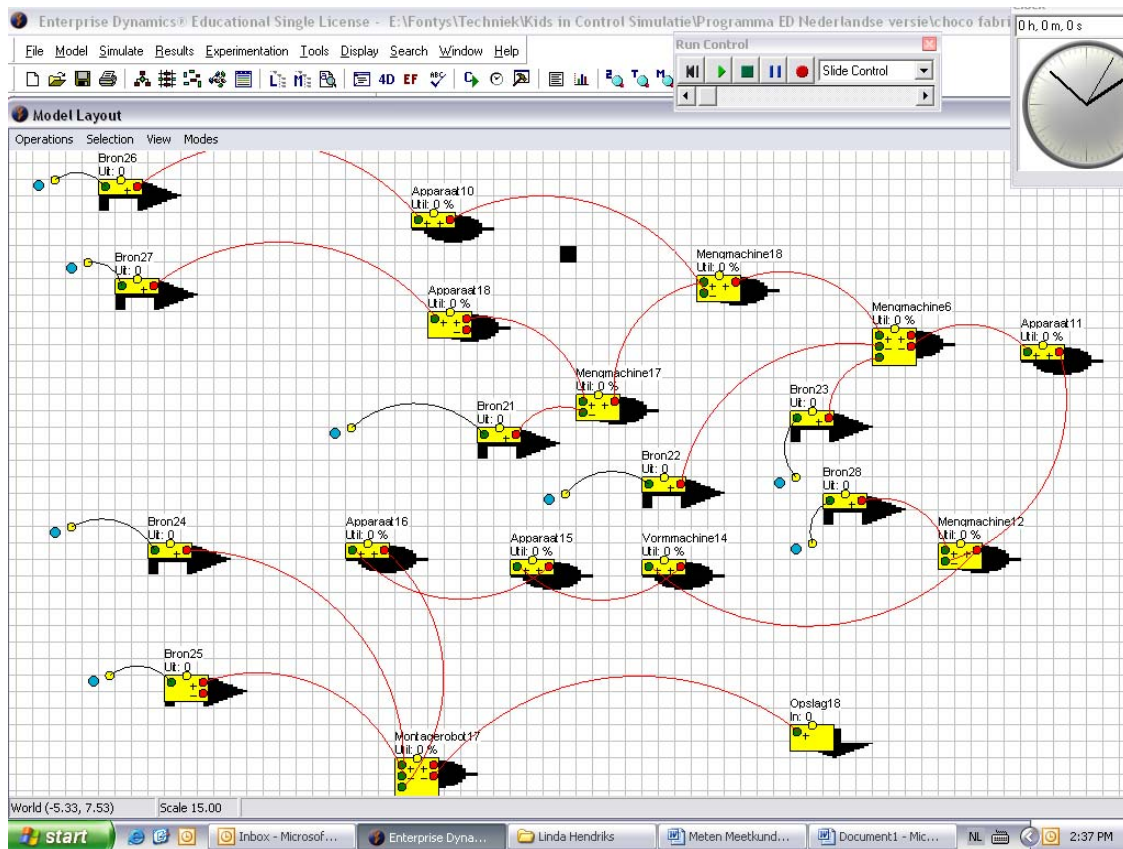
- Dubbelklik op het pijltje bij “Send-to” en klik dan op “A random open channel”. Klik daarna op “Apply”.

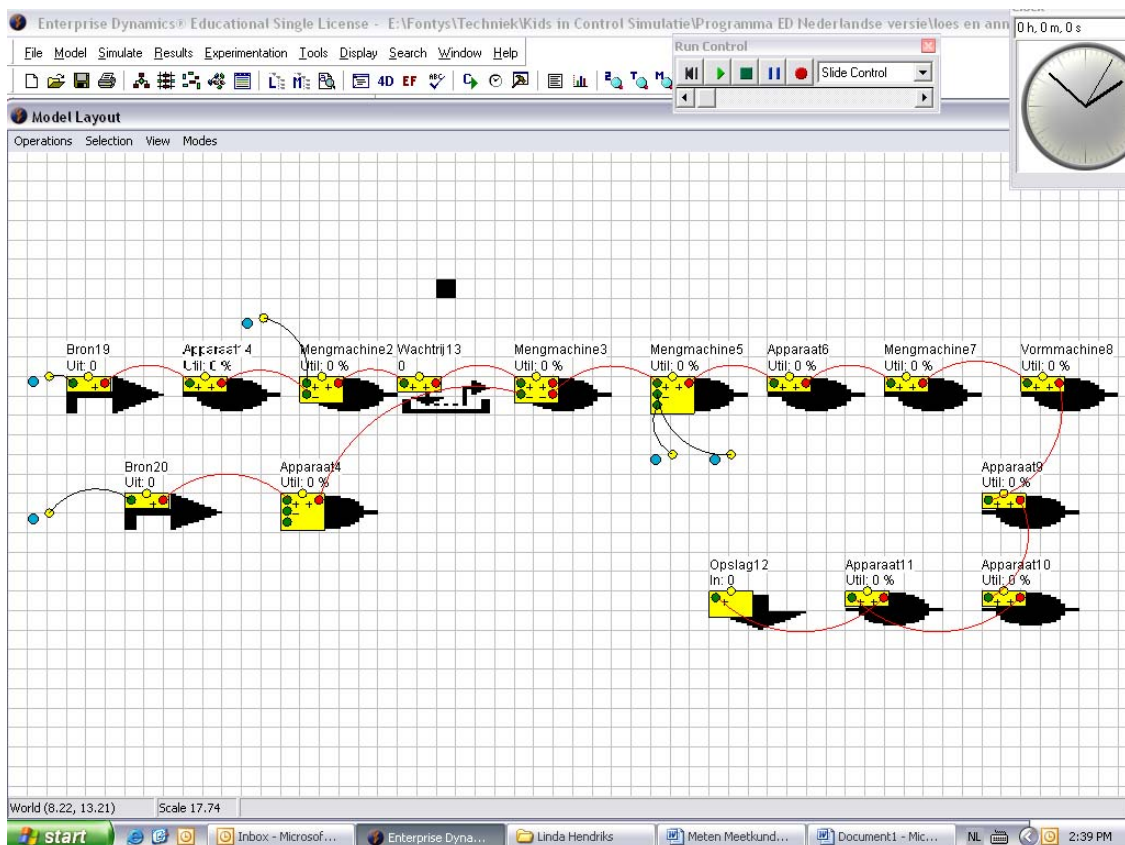
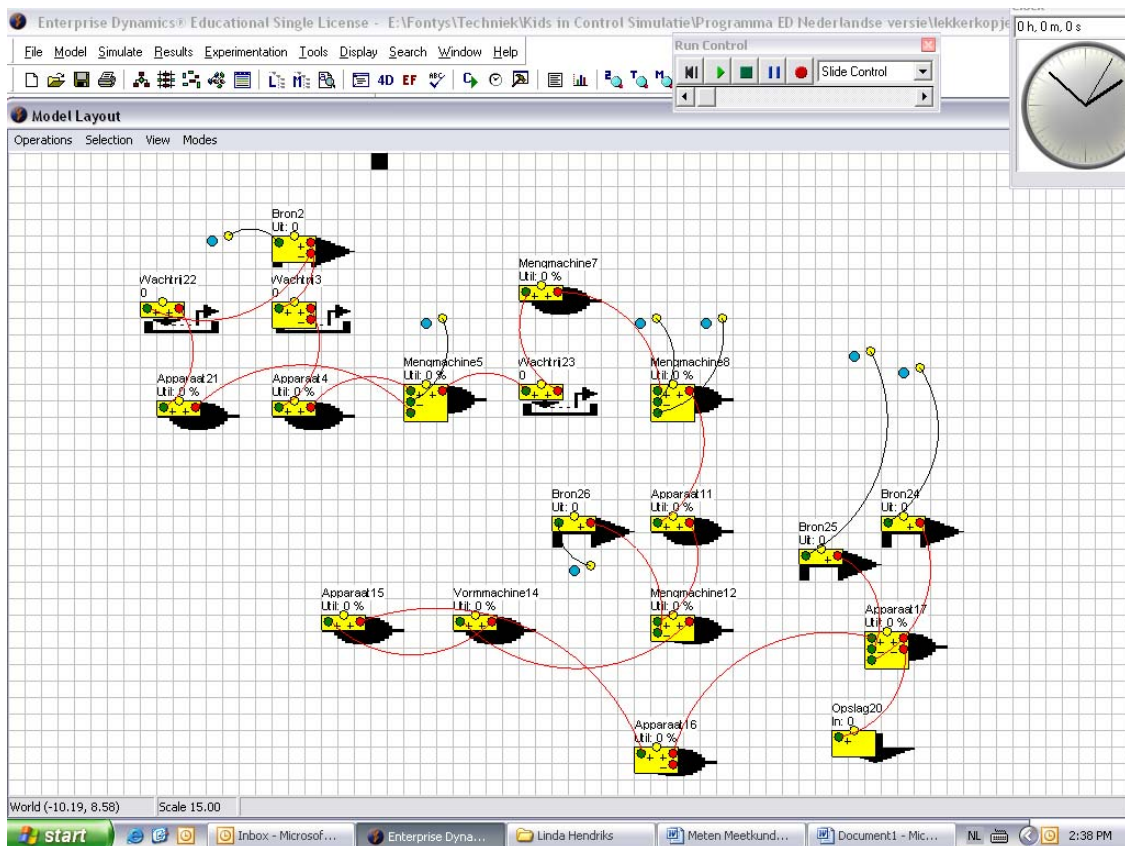
- Om nu te bekijken wat er is veranderd moet je eerst de “Run Control” resetten. Dit doe je met de linkerknop. Klik hier op en klik daarna op afspelen. Bekijk wat er is veranderd aan de wachtrijen.



- Probeer nu of je jouw wachtrij bij de bioscoop zo kort mogelijk kunt maken. Wat moet je daarvoor veranderen of toevoegen? Probeer dit uit.

Uitwerkingen van productielijnen tijdens fase 3 op basis van de "How it's made video over een kunstwerkje maken.





Aanpassingen ED voor uitvoering in fase 5

1. **Naamgeving van de atomen kunnen aanpassen.**
 - Beperkte aanpassing is mogelijk. Zowel Product als overige atomen.
 - ED heeft een apart te starten extra applicatie geleverd waarin aanpassingen (vertaling en uitbreiding) van de Library-tree zijn doorgevoerd. Verschillende grondstoffen zijn te kiezen (zie verderop).
 - In Model lay-out kan de naamgeving altijd gewijzigd worden.
 - We kunnen aan ED doorgeven welke naamgeving we willen voor de atomen.
 - De automatische koppeling Product en "Source" is losgemaakt.
2. **De strategieën bij "Send-to" en "output" van de atomen onzichtbaar maken of teksten wijzigen.**
 - Teksten zijn door ED vertaald
 - Het op termijn vertalen van de "Help" functie is een van de mogelijkheden.
 - Vertalingen die beschikbaar geworden zijn bij de verschillende disciplines:
 - ▶ "Send-to": 1 t/m 6, 11, 13, 14, 15, 17 en 21.
 - ▶ "Queue discipline": 1 t/m 3 en 6.
 - ▶ "Input strategie": Allemaal.
3. **Bepaalde statistische formules zouden op begrijpbaar niveau inzetbaar moeten zijn voor bovenbouw basisschool.**
 - Een PowerPoint presentatie is beschikbaar waarin deze uitgelegd zijn. Aanpassen voor basisschool niveau vraagt meer werk. Via de toelichtingen en de "Help" functie kan er achtergrondinformatie naar boven gehaald worden.
 - De waarden van elke formule kunnen veranderd worden.
 - Relevante formules lijken te zijn:
 - ▶ Normaalverdeling met gemiddelde en standaardafwijking.
 - ▶ Negatief exponentieel.
 - ▶ Lognormaalverdeling.
 - ▶ Uniform distribution met heldere grenzen en een vaag tussengebied.
 - ▶ Driehoeksverdeling.
4. **Het invoegen van iconen.**
 - Dit kan via de Tree-icons + werkblad icons. Opslaan in "Atoms", "programfiles".
 - Icons kunnen gemaakt worden met een generator. BMP files kunnen altijd als icon gebruikt worden.
 - De aanpassingen in de library-tree worden direct doorgevoerd naar de icons. Er is doorgeven aan ED welke icons in deze fase relevant zijn. Leerlingen kunnen ook Icons kiezen.
5. **Het zelf aanpassen van de teksten in de "Library tree" zonder nadelig effect op de uitvoering.**
 - Dat is mogelijk na de loskoppeling van "Product" en "Source".
 - De optie "Badge" biedt de mogelijkheid producten samen te voegen.
6. **Het kunnen uitzetten van onderdelen in de "Library tree".**
 - Dit kan wel. Eventuele opties worden later bekeken.
 - Het maken van aangepaste "Library-tree's" is de voorlopige keuze.
7. **Wanneer de channel functie aanstaat maken de gele blokken bij meerdere channels de naam van de bouwstenen en de onderliggende procenten onzichtbaar. Inzoomen is hier wel een oplossing echter geeft te weinig overzicht.**
 - Er is wel een oplossing die in de aangepaste applicatie aangeleverd is.
 - Oplossing is om te werken met andere pictogrammen waarin tevens de naam en de procentuele waarde boven het pictogram zichtbaar is.
8. **Een aantal beschikbare en te ontwikkelen en drie D opties.**
 - Visualisaties kunnen gekozen / aangepast worden vraagt echter veel werk.
 - Binnen ED Media – 3D models staat wat mogelijk is.
 - 3D ontwerpen kunnen op verzoek gemaakt worden. In een later stadium van belang.

Aanpassingen “Library-tree” ED Kids in Control:

Binnen de “Basis modeling”:

“Product”: > vertaling naar “Producten”:

- Grondstof
- Plastic
- Hout
- Papier
- Metaal
- Karton
- Leer
- Suiker
- Meel
- Gom
- Olie
- Zout
- Kleurstof
- Smaakstof
- Geurstof
- Water

“Source”: > vertaling naar “Bron”:

- Bron

“Queue”: > vertaling naar “Wachtrij”:

- Wachtrij

“Server” > vertaling naar “Machines”:

- Apparaat
- Mixmachine
- Kneedmachine
- Mengmachine
- Wals
- Persmachine
- Vormmachine
- spuitmachine
- Montagerobot

“Sink” > vertaling naar “Opslag”:

- Opslag

Binnen “Conveyers”:

“Conveyers” > vertaling naar “Transportbanden”:

- Fast accumulating conveyer > vertaling naar: “Transportband heen en weer”.
- Fast Non accumulating conveyer > vertaling naar: “Transportband 1 richting”.
- Transportrobot

Binnen “Transport”:

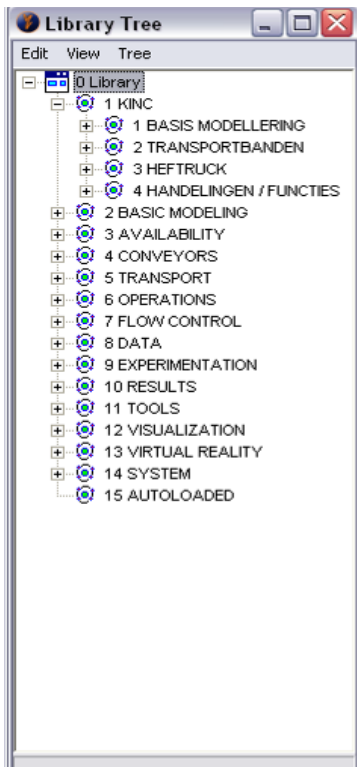
“Transporter” > vertalen naar “Heftruck”

Simulaties maken met de computer (handleiding fase 5):

- Start het programma op door dubbel te klikken op het blauwe icoontje van Enterprise Dynamics. Klik vervolgens op “Ok”. Dubbelklik vervolgens op de tekst: “Enterprise Dynamics KINC.app.”.



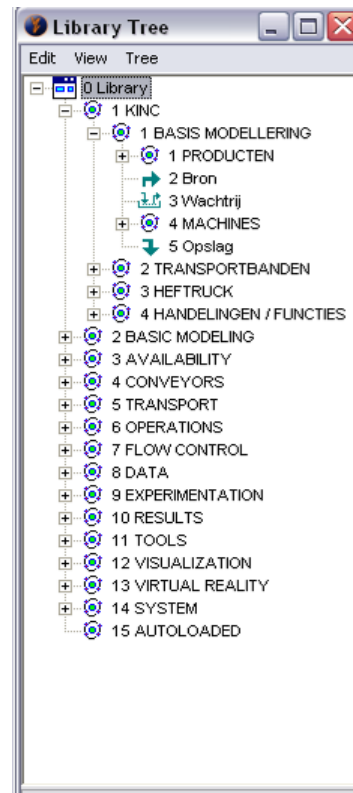
- Je ziet nu het opstartscherm van de simulatieomgeving. Kijk eens goed wat je hier allemaal kunt vinden. Als het goed is zie je de volgende onderdelen:

<p>Een klokje, Dit geeft de looptijd van de simulatie aan.</p>	<p>De “Run Control”, Hiermee zet je de simulatie aan en uit. Ook kun je hier de snelheid instellen.</p>
<p>De “Library tree” Dit is de bibliotheek. Hier staan alle grondstoffen, producten en onderdelen in die je nodig hebt om een simulatie te kunnen maken.</p>	<p>De “Model layout”. Op dit blad maak je je eigen simulatie. Dit blad kun je groter maken door dit vanuit een hoek groter te slepen. Probeer dit maar eens uit.</p>
<ul style="list-style-type: none"> ■ Je bent nu klaar om je eerste simulatie te gaan maken. Dit doe je op het werkblad dat we de “Model layout” noemen. Hier kun je alle onderdelen uit de “Library tree”naartoe slepen. ■ Klik in de “Library tree”op het plusje (+) dat links naast “KINC” staat. Je ziet nu het volgende scherm (kijk hiernaast): ■ In dit scherm kun je nu kiezen uit: “Basis modellering”, “Transportbanden”, “Heftruck” en “Handelingen / Functies”. Wij werken altijd met de “Basis modellering”. 	

■ Klik nu op het plusje (+) dat links naast “Basis modellering” staat. Je ziet nu het volgende scherm (kijk hiernaast):

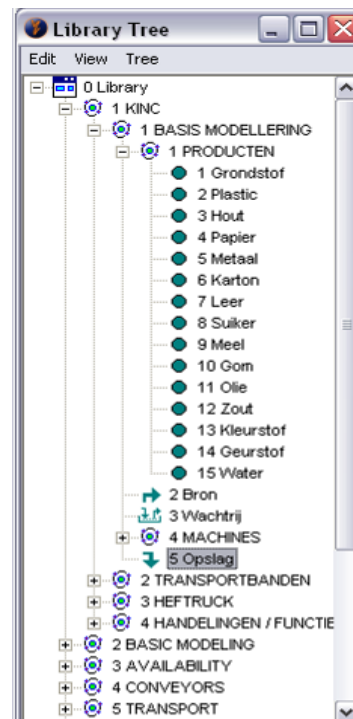
■ Kijk eens wat er nu allemaal bij is gekomen. Je kunt kiezen uit:

- “Producten”, dit zijn de grondstoffen voor het maken van een voorwerp.
- “Bron”, hier komt het product vandaan.
- “Wachtrij”, deze dient als tussenopslag om een machine te bevoorraden.
- “Machines”, hier wordt de grondstof bewerkt.
- “Opslag”, hier gaat het product naartoe dat klaar is.



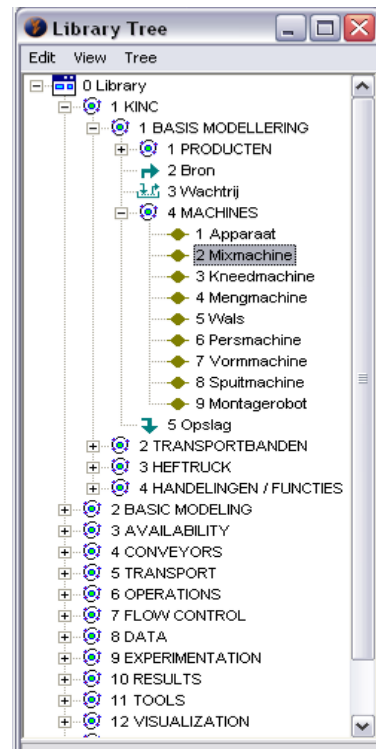
■ Klik nu op het plusje (+) dat links naast “Producten” staat. Wat zou dit nu betekenen? Juist, je kunt nu kiezen uit meerdere producten, zoals: 2 > plastic, 3 > hout, 4 > papier, etc.

■ Je kunt ook een product kiezen waar nog geen naam voor is bedacht. Je kunt dan 1 > Grondstof gebruiken.



- Klik nu op het plusje (+) dat links naast “Machines” staat. Je weet nu vast al wat dit betekent. Juist, nu kun je kiezen uit verschillende machines, zoals:
2 > mixmachine,
3 > kneedmachine,
4 > mengmachine, etc.

- Je kunt ook een machine kiezen waar nog geen naam voor is bedacht. Je kunt dan 1 > apparaat gebruiken.

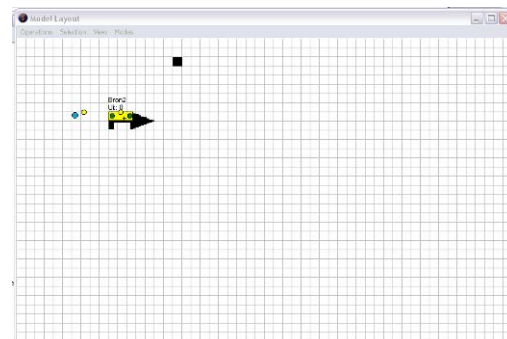


- Met al deze onderdelen kun je nu zelf een eenvoudige simulatie, een productielijn maken. Je kunt de onderdelen uit deze lijst naar het werkblad (de “Model layout”) slepen. Probeer dit maar eens uit.

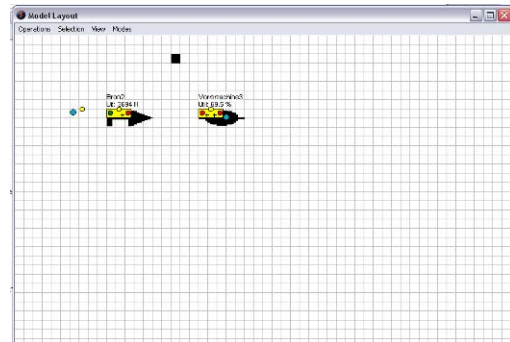
- Een simulatie begint altijd met een grondstof, zoals: plastic, karton, hout, etc. Als je een grondstof gebruikt, dan moet je ook een “Bron” gebruiken. Een Bron vertelt je iets waar een grondstof vandaan komt. Denk maar eens aan een aardoliebron.

- Neem nu uit de lijst een product, bijvoorbeeld plastic en sleep dit naar het werkblad. Plaats het product plastic aan de linkerkant op het werkblad.

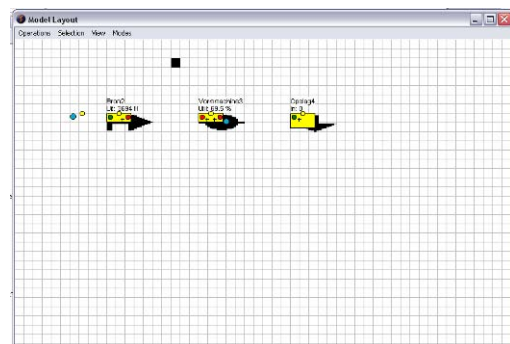
- Neem uit de lijst ook een “Bron” en sleep ook die naar het werkblad. Plaats de bron rechts naast het product plastic. Als het goed is heb je nu het volgende gemaakt:



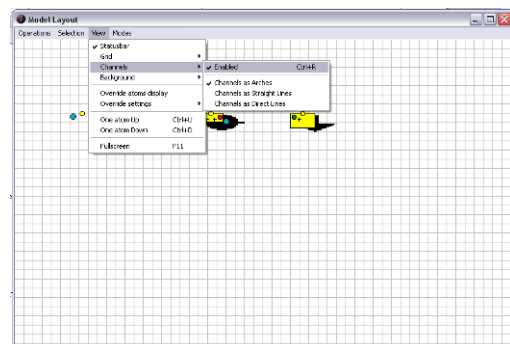
- Neem nu uit de lijst een machine waarmee je het product wilt bewerken. Als je als product plastic hebt gekozen, dan zou je een vormmachine kunnen kiezen. Het plastic kan in deze machine in de juiste vorm gebracht worden.



- Als het product klaar is, dan moet het vanaf de machine ergens bewaard worden. Dit noemen we de opslag. Elke productielijn eindigt dan ook met een opslag. Sleep de opslag ook erin en plaats die rechts naast de machine.

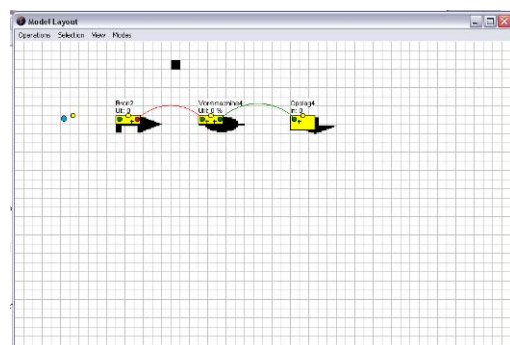


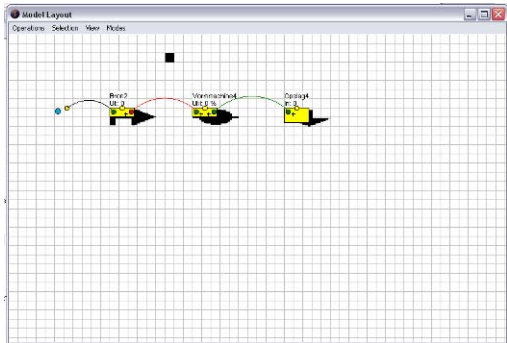
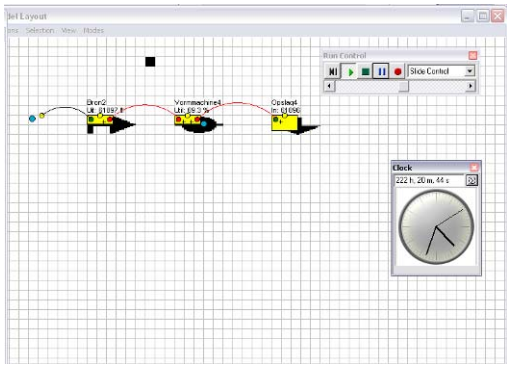
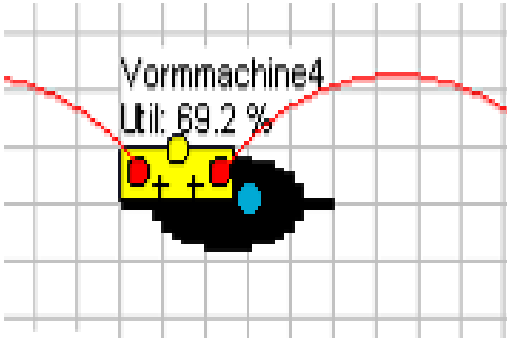
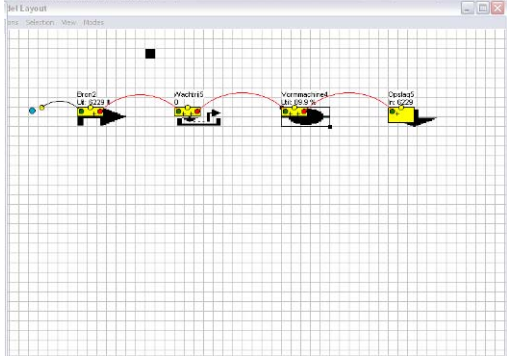
- Je moet nu de onderdelen nog met elkaar verbinden anders werken deze niet. Dat kun je op de volgende manier doen: Klik op het werkblad (de "Model layout") op "View" en selecteer "Channels". Klik dan op "Enabled".



- Als je op "Enabled" hebt geklikt, dan verschijnen gekleurde lijnen tussen de onderdelen. Daarmee kun je zien of je alle onderdelen met elkaar hebt verbonden. Dan weet je zeker dat deze goed werken.

- Je ziet nu ook dat er bij elk onderdeel + en - tekens en rondjes bij zijn gekomen. Hiermee kun je de onderdelen aan elkaar verbinden. Dat gebeurt nu automatisch.



<ul style="list-style-type: none"> ■ Je ziet dat het product nu nog niet verbonden is met de bron. Je moet het product zelf verbinden met de bron. Dat doe je als volgt: Ga op het gele bolletje staan bij het product. Klik met de linkermuisknop en houd deze ingedrukt, sleep nu naar het groene bolletje aan de linkerkant van de bron, laat de muisknop los, de verbindinglijn wordt nu vanzelf gemaakt. 	
<ul style="list-style-type: none"> ■ Je kunt nu de simulatie afspelen. Klik daarvoor op de “Run Control” op de afspeelknop (groen pijltje). Met de schuifbalk kun je de snelheid verhogen zodat je ziet wat er gebeurt. Het klokje gaat nu ook sneller meelopen. ■ Bekijk alle onderdelen eens goed. Wat gebeurt er nu? 	
<ul style="list-style-type: none"> ■ Als het goed is zie je gekleurde bolletjes verschijnen in de vormmachine. Dat is het product plastic. ■ Hoe hard werkt de vormmachine? Hoe kan het dat die machine niet harder werkt dan 70%? ■ Wat zou je hieraan kunnen doen? 	
<ul style="list-style-type: none"> ■ Om meer producten klaar te hebben liggen voor de machine zou je een wachtrij kunnen gebruiken. ■ Zet nu tussen de bron en de vormmachine een wachtrij en verbindt die met elkaar. ■ Probeer nu uit wat er gebeurt. Hoe hard werkt de machine nu? ■ Wat zou je kunnen doen om wachtrijen te voorkomen? 	

De bioscoop (fase 5):

Stel je eens voor dat er een nieuwe film in de bioscoop komt waar iedereen héél graag naar toe wilt. Het zou dan wel eens heel druk kunnen worden. Er zou een lange wachtrij aan de kassa komen te staan. Dat kan betekenen dat je te laat voor de film bent en dat je geen tijd meer hebt om popcorn te kopen. Veel mensen zullen boos zijn omdat het zo druk is. Dit zou je met een simulatie van te voren al kunnen bekijken. Op deze manier weet de eigenaar van de bioscoop wat hij moet doen zodat de bezoekers niet boos worden en op tijd in de film kunnen zijn.

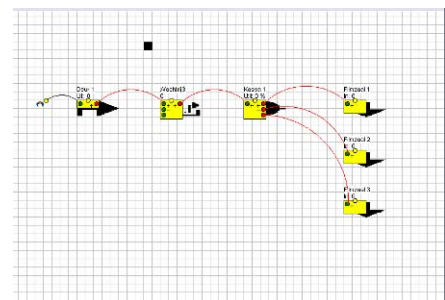
Wat kun jij nu bedenken zodat veel bezoekers op tijd in de film kunnen zijn? Schrijf dat hieronder eerst op.

Mijn idee is:

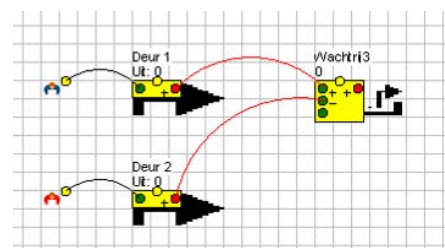
- 5)
- 6)
- 7)
- 8)

Het eerste gedeelte van de simulatie van de bioscoop zullen we samen gaan maken. Dat gaan we nu eerst doen.

Ook gaan we samen proberen wat er gebeurt als er meer mensen binnenkomen. Dat kun je immers aan het aantal gekleurde bezoekers zien. Dit gaan we stap voor stap uitproberen. Daarvoor moet je onderdelen toevoegen. Dat gaat als volgt:



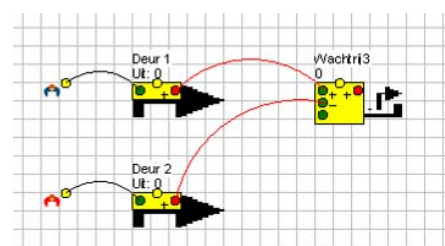
- Als je op een + tekenje van een onderdeel klikt, dan zul je zien dat er een – teken en een rondje bijkomt. Dit zijn ingangen en uitgangen. Op deze manier kun je weer nieuwe onderdelen met elkaar verbinden.



- Om een nieuwe verbinding te maken moet je op het groene bolletje bij het – teken gaan staan. Klik met de linker muisknop op het groene bolletje en houd deze ingedrukt. Sleep nu eens over het werkblad. Je zult zien dat er een verbindingsslijntje ontstaat.

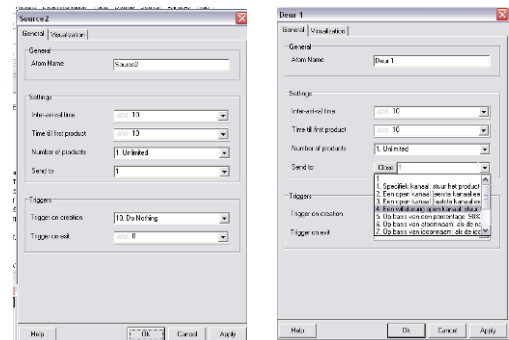
- Neem nu uit de “Library tree” een tweede poppetje als “Product” en sleep deze op het werkblad onder de eerste persoon / het eerste “Product”.

- Neem ook uit de “Library tree” een tweede deur en sleep deze op het werkblad onder deur 1.



- Maak nu een verbindinglijntje van het tweede poppetje naar deur 2 op deze manier.
- Je moet nu ook deze tweede deur nog verbinden met de wachtrij. Daarvoor moet je bij de ingang van de wachtrij op het + teken klikken om er een ingang bij te kunnen maken. Als je dat hebt gedaan, dan kun je de tweede deur met de wachtrij verbinden.

- Je moet nu bij de tweede “deur” nog vertellen dat de mensen naar de wachtrij voor de kassa toekunnen. Klik daarom met de rechtermuisknop op de “wachtrij”. Het volgende scherm verschijnt:

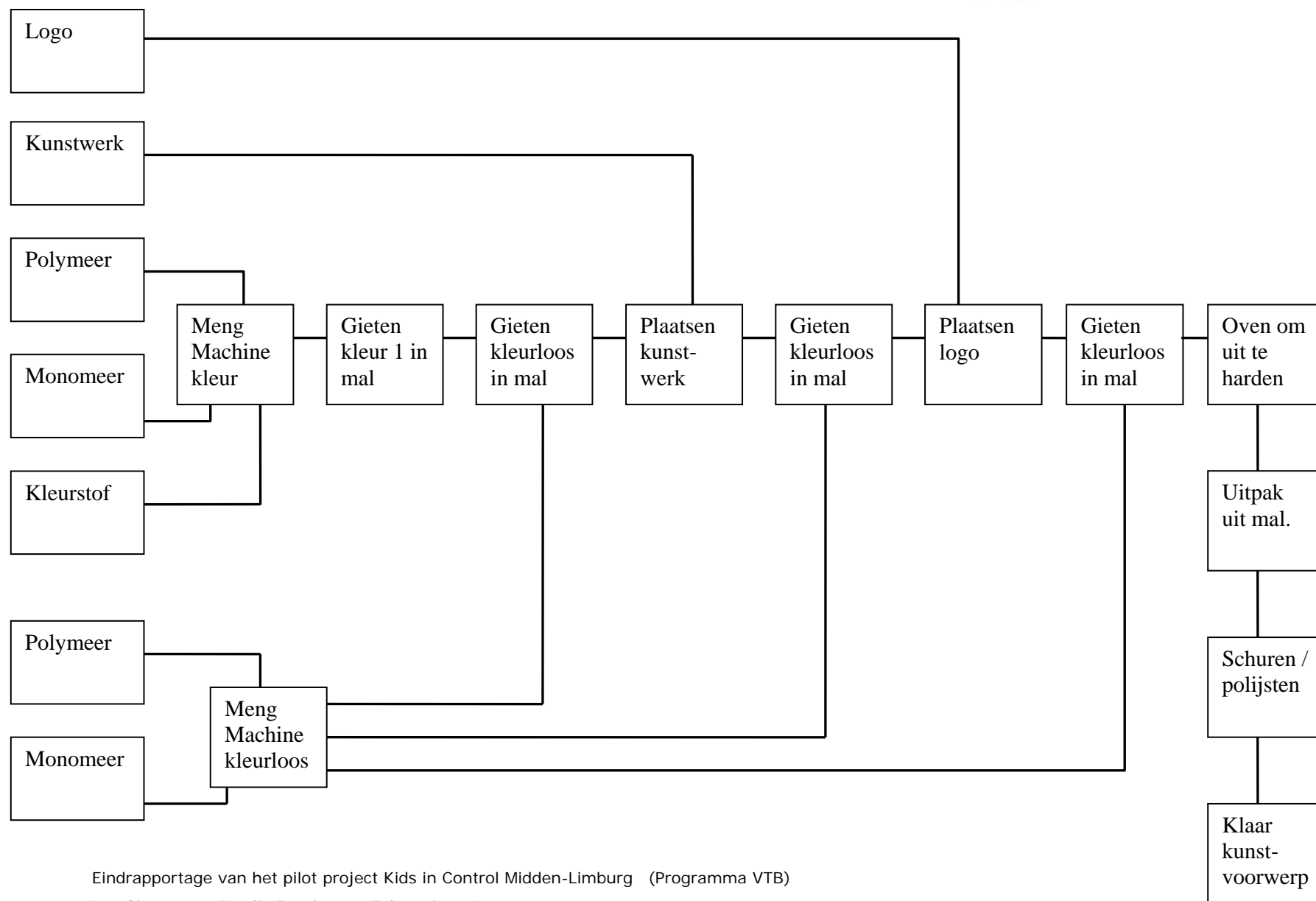


- Dubbelklik op het pijltje bij “Send-to” en klik dan op 4 “Een willekeurig open kanaal”. Klik daarna op “Apply”.

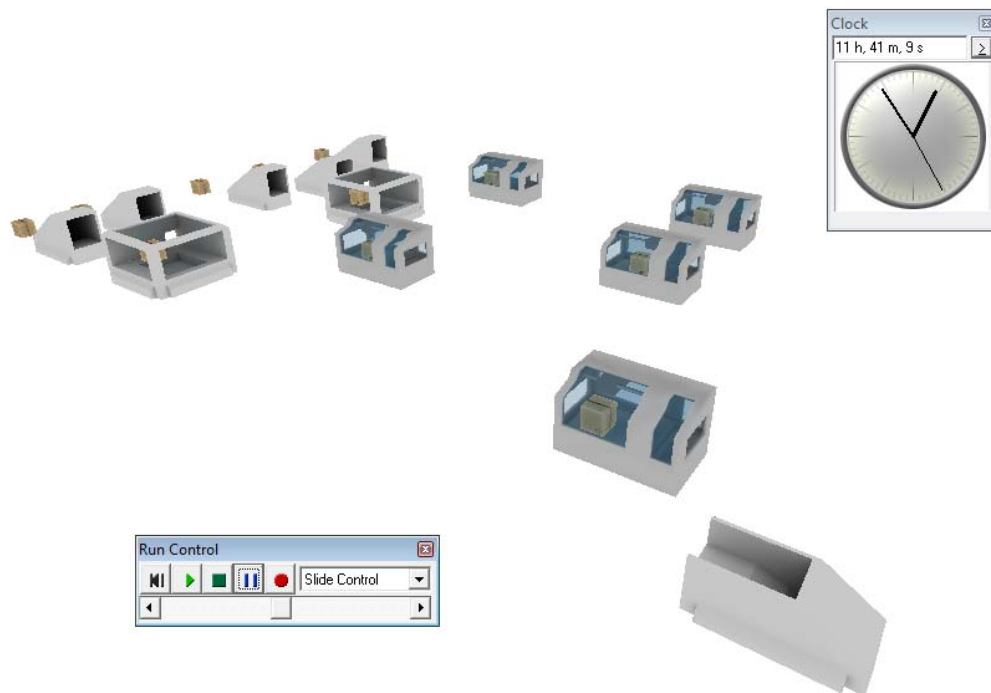
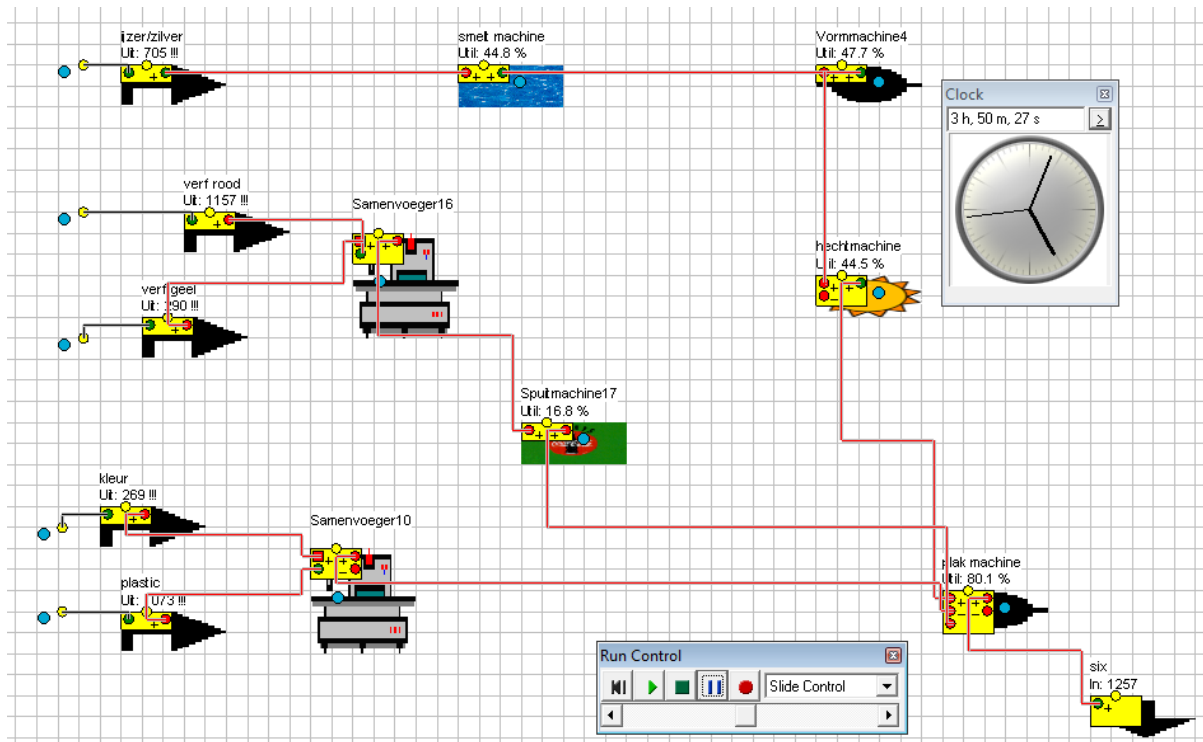
- Om nu te bekijken wat er is veranderd moet je eerst de “Run Control” resetten. Dit doe je met de linkerknop. Klik hier op en klik daarna op afspelen. Bekijk wat er is veranderd aan de wachtrijen. Pas desnoods de afspeelsnelheid aan met behulp van de schuifbalk.



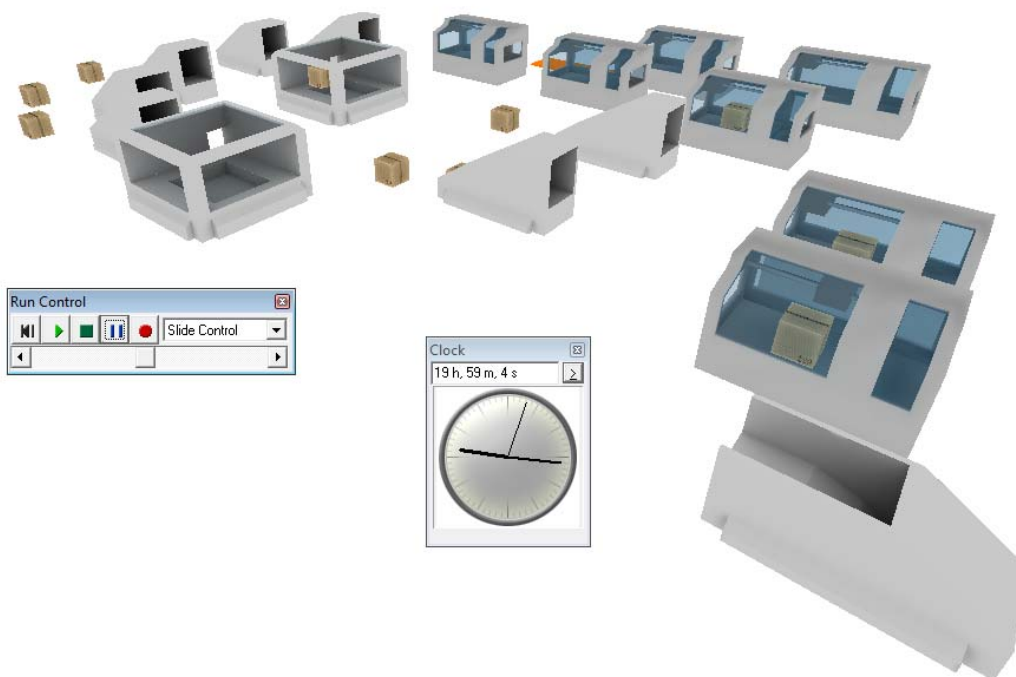
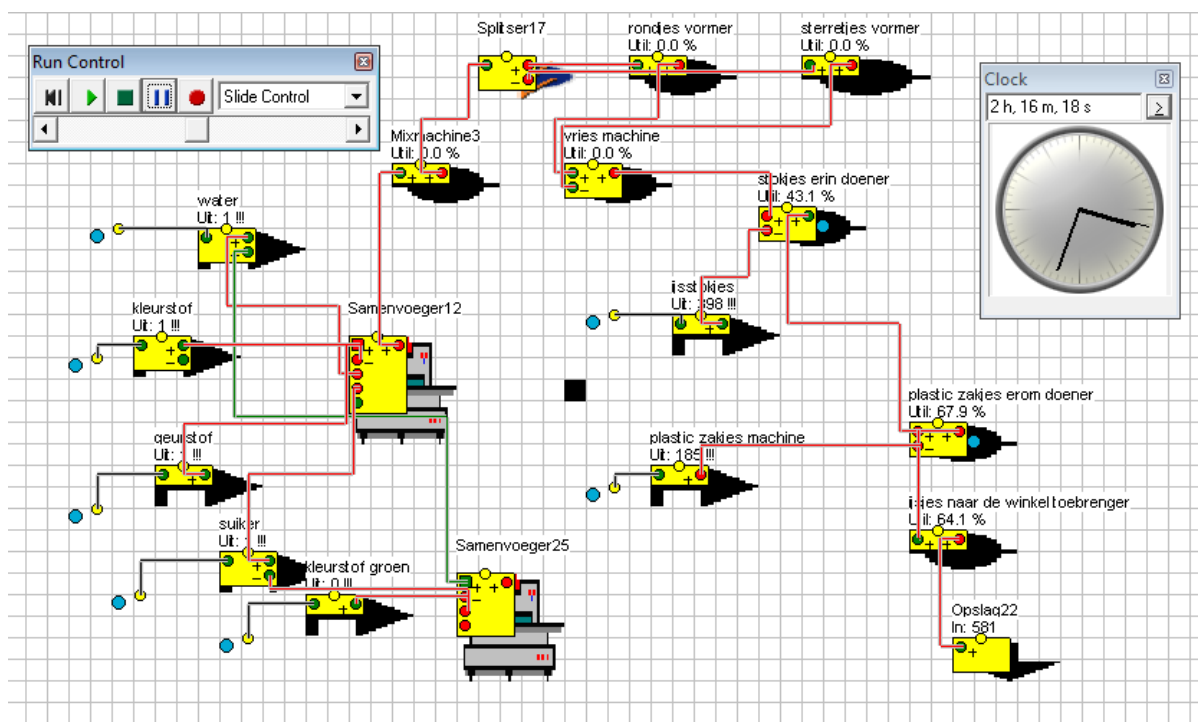
- Probeer nu of je jouw wachtrij bij de bioscoop zo kort mogelijk kunt maken. Wat moet je daarvoor veranderen of toevoegen? Probeer dit uit.



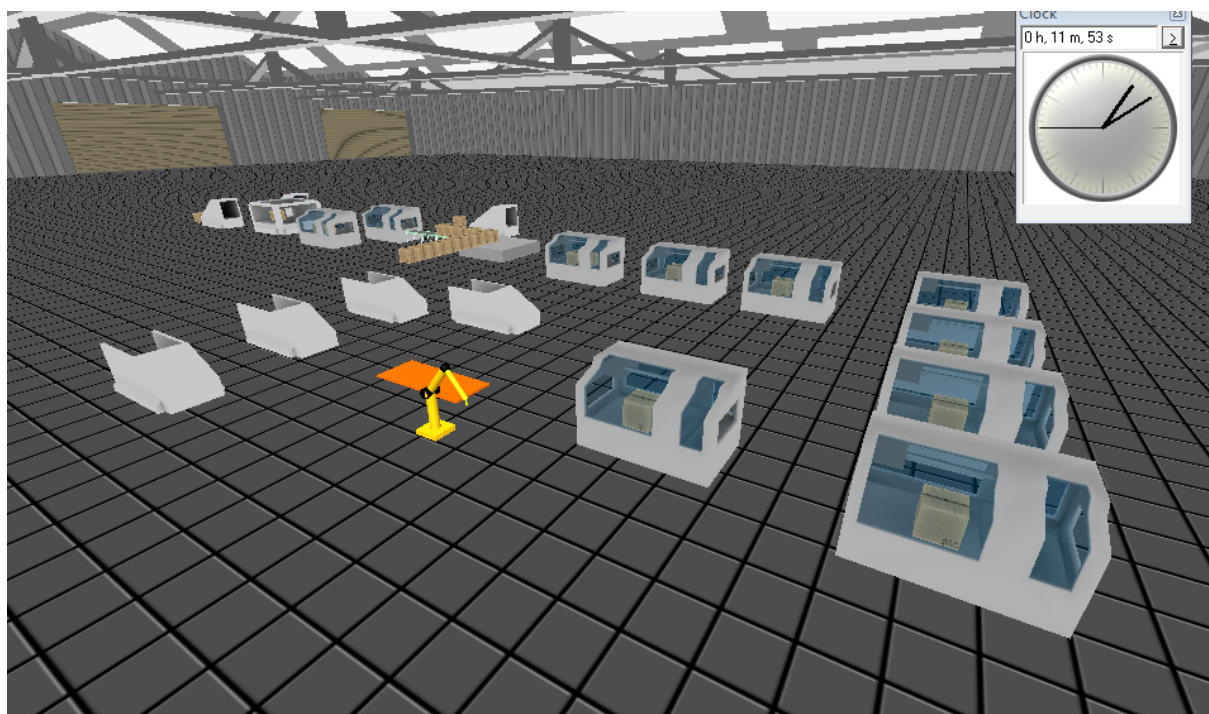
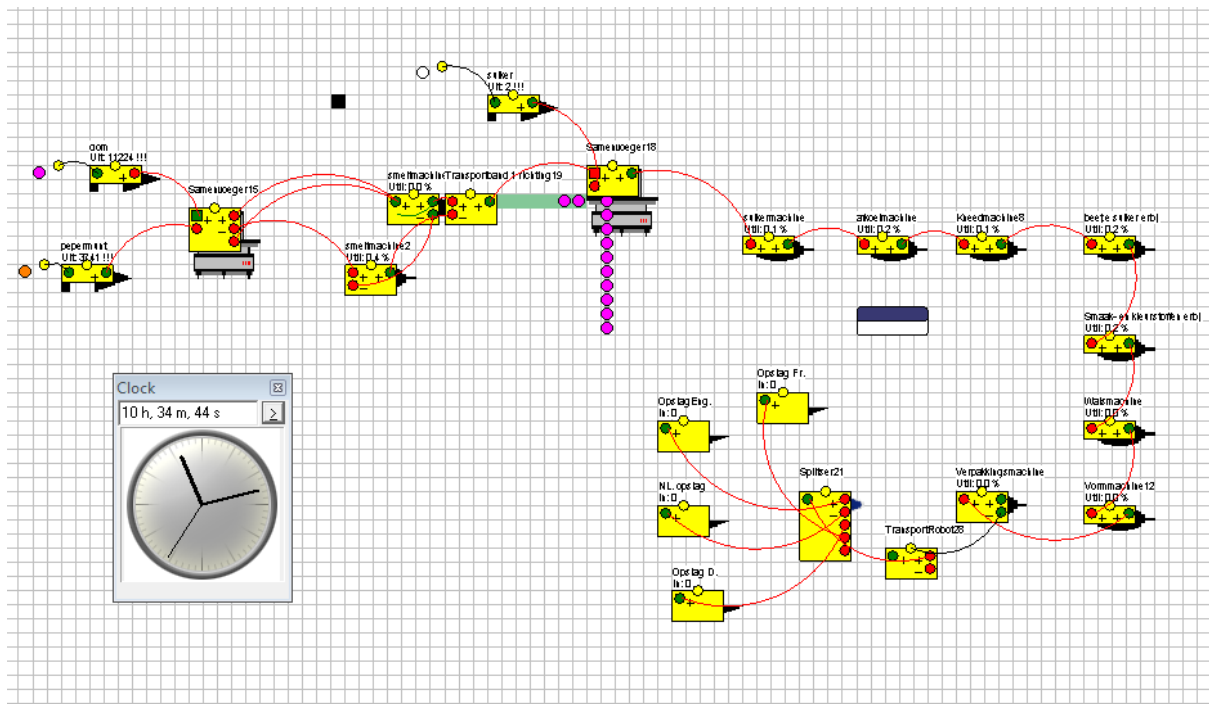
Six sieraden productielijn van Pam en Maartje



De ijslolly fabriek van Dorris en Max.



De kauwgumballen fabriek van Evie en Anne.



De bonbon fabriek van Nicolaas en Gorgio.

