



Modern graven met studenten

Onderzoek naar innovaties in de grondverzetsector en hoe deze zijn te implementeren in het groene middelbaar beroepsonderwijs.

Auteur: Marijn van Heun

Titel: Modern graven met studenten
Ondertitel: Onderzoek naar innovaties in de grondverzetsector en hoe deze zijn te implementeren in het groene middelbaar beroepsonderwijs.

Opdrachtgever: Examencommissie Aeres hogeschool Dronten

Begeleider:

Naam: Peter van Honk

Email: p.van.honk@aeres.nl

Gegevens auteur:

Naam: Marijn van Heun

Studentnummer: 3023912

Email: 3023912@aeres.nl

Telefoonnummer: 06-12827915

Opleiding: Agrotechniek & Management

Onderwijsinstelling: Aeres Hogeschool Dronten

5 juni 2020, Amsterdam

Voorwoord

Voor u ligt het onderzoeksverslag 'Modern graven met studenten'. Het onderzoek heb ik gedaan in het kader van mijn afstudeertraject van de opleiding Agrotechniek en Management aan Aeres Hogeschool Dronten.

Samen met de locatiemanager, Silvio Ebbers, van het Wellantcollege in Houten heb ik de onderzoeksvraag voor deze scriptie opgesteld. Vakdocenten die betrokken zijn bij de opleiding Groen, Grond & Infra kunnen de uitkomsten van het onderzoek gebruiken om de opleiding beter aan te laten sluiten bij de wensen van de beroepspraktijk.

Samen met mijn afstudeerbegeleider, Peter van Honk, is de vraag van de onderwijsinstelling vereenvoudigd om vervolgens een hoofdvraag te formuleren. Ik wil Peter van Honk bedanken voor het begeleiden. Peter reageerde altijd snel op mijn mail, het nakijken van tussenversies was altijd binnen aanzienbare tijd gedaan.

Verder wil ik graag de onderwijsinstelling, Wellantcollege in Houten, bedanken voor het open staan voor mijn afstudeeronderzoek en het aandragen van de nodige informatie. Tevens wil ik alle respondenten bedanken voor het geven van hun mening over het onderwerp. Tot slot wil ik graag mijn ouders bedanken. Hun kennis en ervaring in het schrijven van scripties heeft mij enorm geholpen bij het schrijven van mijn scriptie.

Ik wens u veel leesplezier toe.

Marijn van Heun

Amsterdam, 5 juni 2020

Inhoud

Voorwoord	3
Samenvattingen.....	6
Nederlandse samenvatting	6
English summary	7
1. Grondverzet en het onderwijs.....	8
1.1. De sector.....	8
1.2. Tekortkomingen in de opleiding	10
1.3. De opleiding.....	11
1.4. Ontwerpen van lessen.....	12
1.5. Vraag van de onderwijsinstelling	15
2. Manier van informatie vergaren	16
2.1. Innovaties in het grondverzet	16
2.2. Beginnend beroepsbeoefenaar	17
2.3. Kwalificatiedossier.....	18
2.4. Vormgeving lessen	19
3. Resultaten.....	20
3.1. Innovaties in het grondverzet	20
3.2. Beginnend beroepsbeoefenaar.....	23
3.2.1. Vak-experts.....	23
3.2.2. Reactie opleidingscoördinator	24
3.3. Kwalificatiedossier.....	24
3.4. Vormgeving lessen	25
3.4.1. Vak-experts.....	25
3.4.2. Reactie opleidingscoördinator	26
4. Discussie	27
5. Conclusie en aanbevelingen	29
5.1. Conclusie per deelvraag	29
5.1.1 Deelvraag 1: innovaties uit de literatuur.....	29
5.1.2. Deelvraag 2: innovaties voor beginnende beroepsbeoefenaars	29
5.1.3 Deelvraag 3: inhoud curriculum	29
5.1.4 Deelvraag 4: vormgeving lessen.....	29
5.2. Conclusie hoofdvraag.....	30
5.3. Aanbevelingen.....	30
5.3.1. Korte termijn	30
5.3.2. Langere termijn	30

Bibliografie	31
Bijlage	32
1. Interview structuur.....	32
2. Interview antwoorden.....	34
3. Reactie opleidingscoördinator	36

Samenvattingen

Nederlandse samenvatting

Het Wellantcollege biedt de MBO opleiding Groen, Grond & Infra. Dit is een brede opleiding voor mensen die willen werken in de grondverzet- of cultuurtechnische sector. De onderwijsinstelling heeft aangegeven dat in de opleiding beperkt les wordt gegeven over innovaties in de grondverzetsector. De onderwijsinstelling wilde graag laten onderzoeken welke innovaties er in het curriculum verwerkt moeten worden en hoe de lessen omtrent de innovaties er uit moeten komen te zien.

Om deze vraag te kunnen beantwoorden moest eerst worden uitgezocht welke innovaties er de laatste jaren zijn ontwikkeld en welke worden gebruikt in de praktijk. Dit is onderzocht middels literatuurstudie. Om te kunnen bepalen hoe het onderwijs met betrekking tot innovaties het beste kan worden vormgegeven is een kwalitatief onderzoek gedaan in de vorm van de Delphi interview structuur. Er is acht directeurs en leidinggevenden van loon- en aannemingsbedrijven gevraagd naar hun visie op de vormgeving van het onderwijs.

Uit de literatuurstudie blijkt dat de innovaties de laatste 10 jaar voornamelijk gericht zijn op de besturingssystemen van de kraan. Deze innovaties zorgen er voor dat de machinist sneller, veiliger en preciezer kan werken. Daarnaast gaven de acht vak-experts aan dat de studenten te weinig ervaring hebben met (digitale) klic-meldingen.

In het kwalificatiedossier staat wat een student aan het eind van de opleiding moet kunnen. In dit dossier staat dat niveau 2 studenten basis machines moeten kunnen bedienen. Niveau 3 en 4 studenten moeten een GPS-systeem kunnen instellen en gebruiken en een klic-melding kunnen lezen en interpreteren.

De acht vak-experts gaven verschillende meningen betreffende de vormgeving van het onderwijs. Uit de analyse van die gegevens komt naar voren dat de meeste geïnterviewden vinden dat het de taak van een onderwijsinstelling is om de studenten te interesseren in de innovaties. Dat kan de school volgens hen doen door de studenten de basis van de innovaties te laten zien. Werken met een innovatie op de kraan kunnen de studenten doen op het stagebedrijf in de vorm van een beroepspraktijkvormende opdracht die wordt meegegeven vanuit de opleiding. De mening van de vak-experts is geverifieerd bij de opleidingscoördinator om een volledig beeld te krijgen van de mogelijkheden en de wensen.

Indien een onderwijsinstelling beschikt over een simulator dan is de mening van de vak-experts dat de studenten eerst moeten leren graven. Het is mogelijk om een innovatie te introduceren in de simulator als de student de vaardigheden van het graven goed beheerst.

English summary

The Wellantcollege offers the MBO training Groen, Grond & Infra. This is a broad education for people who want to work in the earthmoving- or cultural engineering sector. The educational institution has indicated that the course provides limited teaching about innovations in the earthmoving sector. The question was which innovations should be incorporated in the curriculum and what the lessons about the innovations should look like.

First it was necessary to find out which innovations have been developed and used in practice in recent years to answer this question. This was investigated by means of a literature study. To determine the best design for education regarding innovations, a qualitative research was carried out in the form of the Delphi interview structure. Eight directors and managers of contracting companies were asked about their views on the design of education.

The literature study shows that the innovations in the last 10 years were mainly focused on the excavator's control systems. These innovations ensure that the operator can work faster, safer, and more precisely. In addition, the eight experts indicated that the students have too little experience with (digital) KLIC notification.

The qualification file states which skills a student should possess at the end of the course. It states that level 2 students must be able to operate basic machines. Level 3 and 4 students must be able to set up and use a GPS system. Also, these students must be able to read and interpret a KLIC notification.

The eight experts gave different opinions regarding the design of education. However, the common opinion shows that they believe it is the task of an educational institution to interest students in the innovations. According to them, the school can do this by showing the students the basics of the innovations. Students can work with an innovation at the excavator at the internship company in the form of a professional practice-forming assignment given by the study program. The opinion of the experts has been verified with the training-coordinator to get a complete picture of the possibilities and wishes.

If an educational institution owns a simulator, subject experts state that the students should learn to dig first. If the student performs this successfully, it is possible to introduce an innovation in the simulator.

1. Grondverzet en het onderwijs

In dit hoofdstuk is een probleem omschreven waar onderwijsinstellingen die de opleiding Groen, Grond & Infra aanbieden tegenaan lopen. Daarnaast is omschreven wat bekend is bij de onderwijsinstelling en waar men nader onderzoek naar dient te doen. Het hoofdstuk sluit af met de hoofd- en deelvragen van dit onderzoeksrapport en een doelstelling die gehaald dient te worden middels het onderzoek.

1.1. De sector

In de Grond- Weg- en Waterbouw (GWW) werken 65.000 mensen voor 11.000 bedrijven. De sector is goed voor 1% van de werkgelegenheid in Nederland. Bedrijven in de GWW sector voeren verschillende werkzaamheden uit. Deze zijn onder te verdelen in zeven sectoren. De drie grootste bedrijfstakken zijn wegenbouw en bestratingen (49%), grondverzet (33%) en het leggen van kabels en leidingen (10%). (Inspectie SZW, 2014)

Om deze werkzaamheden te realiseren zijn machines nodig die de grond kunnen opscheppen of verplaatsen. Grond, ook wel zand, klei of veen, verplaatst men met kiepers achter de trekker, dumpers of vrachtauto's. De manier van verplaatsen is afhankelijk van de afstand en de berijdbaarheid van het terrein. Het opscheppen of uitvlakken van de grond doet men met een hydraulische graafmachine. In de sector noemt men een graafmachine veelal een kraan. In dit rapport zal verder gesproken worden over kranen.

Kranen zijn de afgelopen decennia ontwikkeld van getrokken machines achter de trekker naar zelfstandig rijdende/rupsende kranen. Daarbij lag in de 20^{ste} eeuw de focus van de ontwikkeling van kranen voornamelijk bij kracht, flexibiliteit en efficiëntie van de machine. De machines werden vooral groter, zodat er meer grond verplaatst kon worden in minder tijd (Tatum et al., 2006). In het begin van de 21^{ste} eeuw zijn de innovaties meer gericht op de besturingssystemen in de kraan. Deze systemen zijn met name gericht op motor efficiëntie, uitlaatgasreductie en verbeterde bedieningssystemen van de hydraulische componenten (Azar & Kamat, 2017).

Een systeem dat inmiddels al enkele jaren wordt ingezet op kranen en shovels is het GPS systeem. Dit systeem helpt de kraanmachinist bijvoorbeeld bij het uitgraven van een bouwput of bij het vlakken van een berm. Aan de hand van verschillende sensoren en twee GPS-bollen wordt de positie van de bak bepaald. Op een extra scherm in de cabine wordt een tekening van het te graven project gepresenteerd. Daarin wordt ook de bak van de kraan ten opzichte van de tekening ingetekend. De kraanmachinist kan op dat scherm zien of de bak van de kraan te hoog of juist te diep is ten opzichte van de tekening (Azar & Kamat, 2017).

Een andere innovatie is de lastmomentbeveiliging (LMB). Dit systeem bepaalt middels sensoren wat de stand van de giek is en bepaald met andere sensoren het gewicht van de last die men hijst met de kraan. Aan de hand van deze gegevens wordt bepaald of de kraan dit kan tillen. Als het te zwaar wordt of de vlucht te groot wordt zal de beveiliging er voor zorgen dat de kraan niet verder kan reiken zodat de kraan niet zal kantelen. Dergelijke systemen worden door Europese regelgeving verplicht gesteld voor kranen die meer dan 10 tonmeter kunnen hijsen of kranen die worden ingezet als mobiele hijswerktuigen (Engineering Trading Inspection, 2013). Hijmans is een voorbeeld van een bedrijf die lastmomentbeveiligingen verplicht op mobiele kranen die veel verticaal transport verrichten op bouwplaatsen.

Lessen over GPS- en LMB systemen worden in de Groen, Grond & Infra opleiding nauwelijks gegeven. Dat is mede omdat de systemen complex zijn om mee te werken en niet iedereen geschikt is om te werken met dergelijke systemen. Op het moment zorgen bedrijven er voor dat personeel dat

geschikt is om te werken met deze systemen de juiste cursussen volgt. Maar er is niet bekend of bedrijven de basis van deze cursus ook in het curriculum willen hebben.

In de bouw sector vinden gemiddeld 7000 ongelukken per jaar plaats. Dat is meer dan in elke andere sector (Stam & Does, 2017). 30 procent van de ongevallen betreft aanrijdingen. Twee derde van de voertuigen waren arbeidsmiddelen zoals kranen en shovels (Inspectie SZW, 2014). In de GWW sector zijn verschillende innovatieve hulpsystemen ontwikkeld. Deze systemen zouden het aantal slachtoffers moeten verminderen. Echter zijn deze systemen nog niet veilig genoeg om op te kunnen vertrouwen. Men dient nog verbeteringen door te voeren op het gebied van betrouwbaarheid, precisie en toepasbaarheid. Hier is verder onderzoek voor nodig (Seo et al., 2015). Uit deze gevaren volgen nieuwe innovaties zoals nieuwe beveiligingen en sensoren. Dit is een continue veranderende wereld waarbij innovaties elkaar snel opvolgen. Het is voor een onderwijsinstelling de uitdaging om deze innovaties te blijven volgen. Hierbij moet men steeds de vraag blijven stellen waar bedrijven behoefte aan hebben.

Onder andere door het landelijke woningtekort worden er veel huizen gebouwd. Bij de bouw van deze huizen worden loonwerkers en aannemingsbedrijven ingehuurd om het grondverzet te doen. Doordat er de laatste jaren al veel bouwprojecten zijn gerealiseerd en de komende jaren nog veel meer bouwprojecten zullen komen zijn loonbedrijven op zoek naar geschikte kraanmachinisten. Een kraanmachinist die van werkgever wil wisselen hoeft niet lang op zoek naar een vacature. Deze zijn er ruim voldoende. Eén op de vijf werkgevers ervaart productiebelemmeringen vanwege een tekort aan personeel. Het UWV ziet onder andere moeilijk vervulbare vacatures voor trekkerchauffeurs, loonwerkers en landbouwmachinisten (Het Zwarte Corps, 2018).

De omvang van de sector en de modernisering van de machines resulteert in een continu wisselende onderwijsbehoefte. Innovaties die elkaar snel opvolgen zijn voor onderwijsinstellingen vaak lastig te bij te houden. Daarnaast is niet bekend wat bedrijven verwachten van de lessen over innovaties in het onderwijs. Daar liggen kansen voor opleidingen in deze sector. Verder heeft de arbeidskrapte een positieve invloed op de doorstroom van de studenten. Deze zijn aan het eind van de opleiding gegarandeerd van een baan. Zelfs in tijden van crisis zal er een zekere baangarantie zijn bij loonbedrijven.

1.2. Tekortkomingen in de opleiding

Veel loonbedrijven hebben een enorme technische ontwikkeling doorgemaakt. Waar men vroeger met een graafmachine achter een trekker dagen deed over een paar kuub grond verzetten gebeurt dat tegenwoordig in een paar keer scheppen met de graafmachine. De kranen krijgen steeds meer technische hulpmiddelen. Denk daarbij aan systemen om nauwkeuriger te kunnen graven zoals een GPS systeem of een systeem die automatisch overbelasting voorkomt tijdens het hijsen. De mogelijkheden lijken eindeloos, maar een machinist moet er wel mee kunnen omgaan anders hebben deze investeringen weinig effect.

De directie van het Wellantcollege in Houten, een Middelbaar Beroepsonderwijs (MBO) instelling in het midden van Nederland, gaf aan feedback uit het werkveld en van de studenten te krijgen. De opleiding zou niet meer aansluiten op wat er in het werkveld nodig is. De locatiemanager stelt niet volledig op de hoogte te zijn van de technologische ontwikkelingen in de loonwerksector. Ook beschikt niet elke docent over voldoende kennis om de studenten les te geven over deze ontwikkelingen. Dit probleem is vastgelegd in het teamplan van de opleiding Groen, Grond en Infra (GGI) van de betreffende school. Het is aan de vakdocenten van deze opleiding om hun eigen kennis te vergroten.

Uit de probleemstelling van de locatiemanager en de vakdocenten kwam ook naar voren dat binnen de MBO instelling te weinig kennis is over de verwachtingen van de beroepspraktijk met betrekking tot de inhoud van het curriculum. Ook stelde de locatiemanager dat grotere bedrijven aangeven zelf het nieuwe personeel op te willen leiden terwijl kleinere bedrijven juist meer verwachten van de onderwijsinstelling.

Tijdens het onderzoek ligt de focus op de grondverzet sector. Hier is voor gekozen, omdat er in de Groen, Grond en Infra (GGI) opleiding voornamelijk les wordt gegeven over de grondverzetsector. De agrarische sector is een aantal jaar geleden voor een groot deel uit de opleiding gehaald. Dat betekent dat alleen de technologische ontwikkeling op kranen wordt meegenomen in het onderzoek. Daarbij worden alleen ontwikkelingen in de afgelopen 10 jaar onderzocht. Er is voor gekozen om de afgelopen 10 jaar te onderzoeken omdat er in deze periode voornamelijk elektronische innovaties zijn ontwikkeld. De techniek van voor die tijd beschouwt men tegenwoordig als standaard besturing van de kraan of het zijn voornamelijk schaal vergrotende ontwikkelingen. Deze zijn minder relevant. Verder ligt tijdens het onderzoek de focus op het implementeren van de ontwikkelingen in het onderwijs. Denk daarbij aan de inhoud van de lessen of de (praktijk)opdrachten.

1.3. De opleiding

Het Nederlandse Middelbare beroepsonderwijs (MBO) is opgebouwd uit verschillende onderdelen en niveaus. De verschillende niveaus die het MBO kent zijn niveau 2,3 en 4. Ook is er nog een praktijkopleiding voor mensen met een afstand tot de arbeidsmarkt of minder begaafde mensen. De praktijkopleiding beschouwt men in dit rapport als een niet relevante opleiding aangezien de opleiding 'Groen, Grond en Infra' niet op dit niveau wordt aangeboden.

De niveaus zijn oplopend in complexiteit. Van een niveau 2 student verwacht een werkgever dat hij of zij mee kan werken op het bedrijf en simpele taken kan uitvoeren. Van een niveau 4 student verwacht een werkgever aan het eind van de opleiding dat hij of zij in staat is om zelfstandig opdrachten uit te voeren, simpele leidinggevende taken op zich kan nemen en in staat is om (eenvoudige) kostprijsberekeningen te maken.

Wat een student moet kunnen aan het eind van de opleiding is vastgelegd in het kwalificatiedossier. Dit is een dossier dat is opgesteld door een overheidsinstantie in overleg met bedrijven uit de sector en scholen die de opleiding gaan aanbieden. Een opleiding is gekoppeld aan een crebonummer. Met dit nummer is het kwalificatiedossier terug te vinden op de website van het SBB. Voor de GGI opleiding is dit crebonummer: 23252 (Sectorkamer voedsel & groen & Gastvrijheid, 2019).

Een student moet tijdens zijn of haar opleiding één tot drie keuzedelen volgen. Deze keuzedelen zijn een verdieping op de basisopleiding. De studenten die de GGI opleiding van het Wellantcollege in Houten volgen kunnen uit een beperkt aantal keuzedelen kiezen. Het keuzedeel 'Agrarisch loonwerk K0255' wordt vaak gekozen en daarmee gezien als basisdeel van de opleiding. In dit keuzedeel behandelt men verschillende rechtrij systemen (Sectorkamer voedsel & groen & Gastvrijheid, 2016).

De vakdocenten van het Wellantcollege in Houten gaven aan dat in de huidige opleiding weinig wordt verteld over graafhulpsystemen. Men nodigt incidenteel een gastspreker uit om over de basisprincipes van een GPS systeem te vertellen. Dit jaar gaat men voor het eerst op excursie met de BOL studenten naar een bouwplaats waar men gebruik maakt van deze systemen. Deze lessen zijn niet standaard opgenomen in het lesplan.

De opleiding Groen, Grond en Infra wordt door meerdere onderwijsinstellingen aangeboden. Deze scholen beschikken over wisselende hoeveelheden oefenmateriaal. Echter is het overkoepelende probleem dat de scholen het te duur vinden om de nieuwste innovaties aan te schaffen. Het is daardoor voor meerdere onderwijsinstellingen interessant om alternatieven te beoordelen met betrekking tot lessen over deze innovaties.

Een mogelijkheid is om studenten in de beroepspraktijk ervaring op te laten doen met deze innovaties. Het is namelijk een kerntaak van de beroepsopleiding om studenten te introduceren in de wereld van zijn vak. Doormiddel van stages in de beroepspraktijk kan de student ervaring opdoen met de innovaties. Daarbij moet de student worden begeleid bij het traject waarin hij de verschillen tussen school en de werkplek overbrugt (Geerts & Kralingen, 2018).

1.4. Ontwerpen van lessen

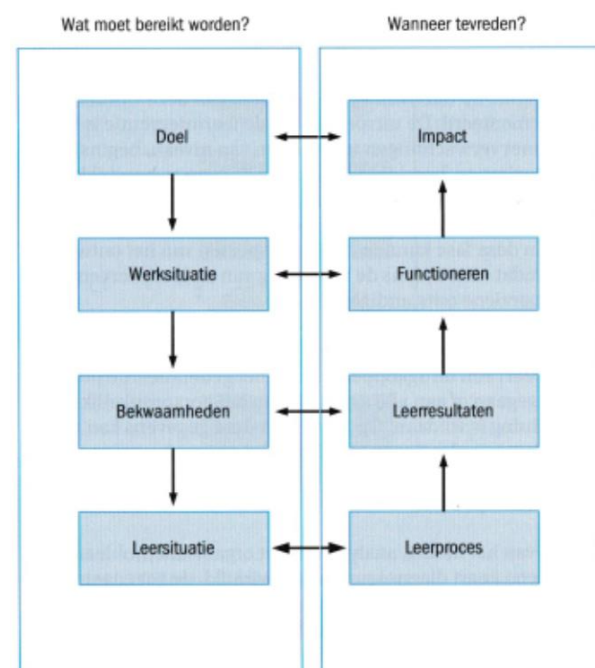
Binnen de bestaande opleiding, Groen, Grond & Infra is het mogelijk om nieuwe vakken te introduceren en lessen of modules die inmiddels achterhaald blijken weer uit het curriculum te halen. Het is daarmee dus ook mogelijk om lessen met betrekking tot innovaties in het grondverzet te introduceren in het curriculum.

Voordat men lessen gaat ontwerpen moet een plan zijn ontwikkeld. Leertrajecten zijn immers geen doel op zich. Een bepaald probleem oplossen doormiddel van geplande leerprocessen kan zinvol zijn. Men spreekt van een probleem als er een verschil is tussen de huidige situatie en de gewenste situatie. Het achtevelden instrument van Kessels et al. geeft een handvat voor het opzetten van een leertraject, dat begint bij het beantwoorden van de volgende vragen: 'wat wil je bereiken?' en 'wanneer ben je tevreden?' (Mooijman et al., 2018)

Het model is opgebouwd uit acht stappen en te zien in figuur 1. De linkerkant geeft van boven naar beneden handvatten voor de vraag wat je wilt bereiken. De rechterkant geeft van onder naar boven aan in welke mate het leerproces een verbeterde situatie oplevert. Een ruwe invulling van de verschillende stappen geeft een beeld van de werking van het model met een toepassing voor dit onderzoeksrapport.

1. De eerste stap is om het doel of probleem duidelijk in kaart te brengen. In het geval van dit onderzoek zou een probleem kunnen zijn dat net afgestudeerden niet overweg kunnen met de nieuwste innovaties van het werkveld en dat wellicht wel zouden moeten kunnen.
2. Er moet een duidelijk beeld zijn van de werksituatie van de medewerkers, opleiden is alleen zinvol als de medewerkers daarna daadwerkelijk aan de slag gaan met deze informatie. Voorbeeld vraag kan zijn: gaan de (nieuwe) medewerkers aan de slag met de innovaties?
3. Het verwerven van kennis en inzicht is onvoldoende om een verandering teweeg te brengen. De medewerkers/studenten die een leertraject doorlopen dienen ook nieuwe vaardigheden te leren. Deze vaardigheden kunnen zij later op de werkplek gebruiken. De kennis en inzichten daar achter zijn enkel ondersteunend.
4. Bij deze stap wordt bepaald hoe de cursist de nieuwe informatie gaat verwerven. Deze stap wordt verder uitgewerkt in het volgende deel van deze paragraaf.

De stappen 5 tot en met 8 gaan meer over de beoordelende kant van de cursus. Daaraan wordt in dit onderzoek minder aandacht besteed. In het kort: men moet bepalen of de manier van informatie vergaren geschikt is, of er voldoende oefenmogelijkheden zijn en of de deelnemers de vaardigheden op het juiste niveau hebben volbracht. Daarna moet worden gekeken of de geleerde informatie daadwerkelijk wordt toegepast in de werksituatie (J.W.M. Kessels et al., 1996).

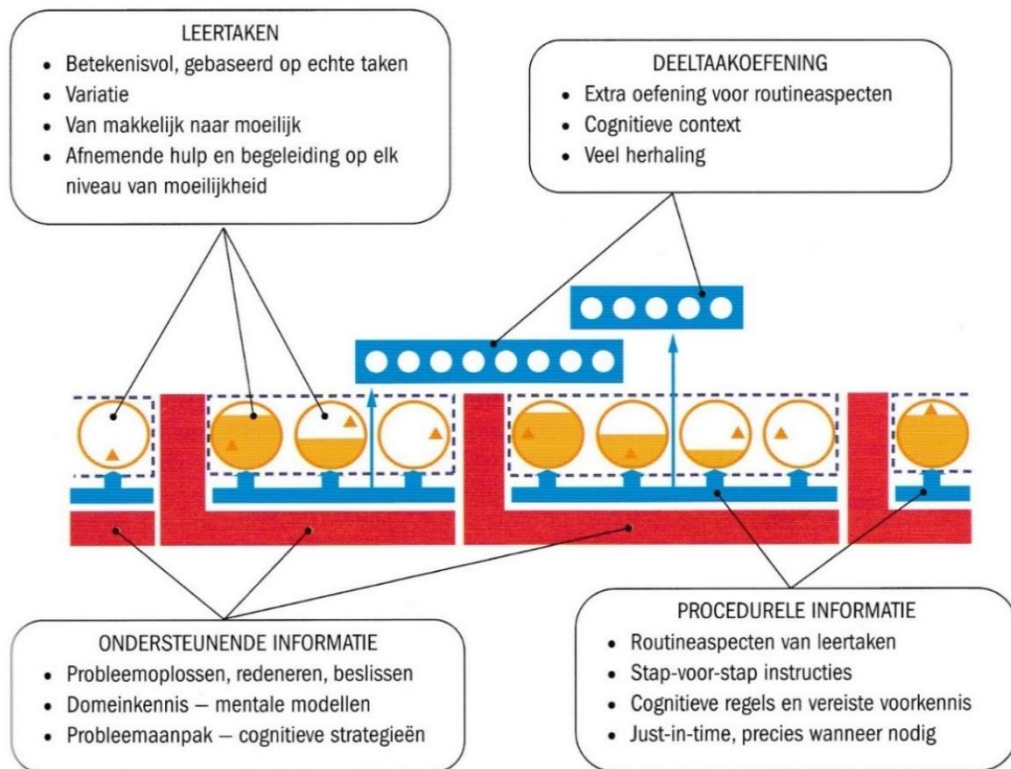


Figuur 1. Het achteveldenmodel van Kessels. Overgenomen uit Handboek leren & ontwikkelen in organisaties. (p. 350) door E. Mooijman et al., 2018, Groningen: Noordhoff. Copyright 2017, Deen et al.

Bij het ontwerpen van de opleiding kan goed gewerkt worden met het 4CID model van van Merriënboer (Bert Hoogveld et al., 2017) Dit is een evidence based model voor het ontwerpen van onderwijs. Het 4CID model is geschikt voor het ontwerpen van hele opleidingen en cursussen van een ochtend. Het 4CID model richt zich op het leren van complexe taken. Van Merriënboer stelt het dat het van belang is om in de opleiding te werken met praktijksituaties. Dit bereidt de student veel beter voor op het werken in de praktijk dan wanneer alleen met theorie wordt gewerkt. Het 4CID model bestaat uit 4 componenten: (1) leertaken, (2) ondersteunende informatie, (3) procedurele informatie en (4) deeltaakoefeningen.

De onderstaande uitleg geeft een beeld van de mogelijke toepassingen van het 4CID model binnen dit onderzoekskader.

1. De leertaken vormen de ruggengraat van het onderwijs. Deze opdrachten worden steeds complexer en dienen de studenten naar mate de opdracht vordert zelfstandiger uit te kunnen voeren. Het is van belang dat deze opdracht aansluit bij de praktijksituatie. Lessen over nieuwe innovaties op kranen dienen plaats te vinden in een zandvlakte of op een echte bouwplaats. Echter voldoet een natuurgetrouwe simulator ook aan de eis. Het belangrijkste is dat de student in een natuurgetrouwe omgeving aan het leren is.
2. De ondersteunende informatie is veelal theorie die studenten nodig hebben om de nieuwe vaardigheid te leren. In figuur 2 is dit deel van het leerproces met een rode L-vorm aangeduid. De studenten krijgen voordat ze aan de taak beginnen eerst uitleg. Een student moet eerst leren hoe hij de taak moet aanpakken, daarbij moet hij probleemoplossend leren denken voor een type taak. Dit theorieblok mag nooit los staan van de praktijklessen.
3. De procedurele informatie helpt de student bij het uitvoeren van steeds terugkerende handelingen. Deze informatie moet de student krijgen wanneer hij bezig is met de taak en de informatie moet stap voor stap worden gegeven. Denk hierbij aan het leren instellen van een informatiedisplay in de kraan. Het kan voor de studenten lastig zijn om die vanuit een theorieboek te leren.
4. Deeltaakoefeningen worden toegepast als een zeer hoge mate van automatisering noodzakelijk is. Deze oefeningen worden alleen toegevoegd aan het leertraject als in de leertaak de noodzakelijke hoeveelheid oefening van een specifiek type handeling niet voldoende aan bod laat komen. Stel dat een student moeite heeft met het aan- en afkoppelen van een werktuig aan de kraan. Dan kan ervoor worden gekozen om deze handeling vaker te laten doen dan strikt noodzakelijk voor de leertaak.



Figuur 2. Vier componenten van het 4cid-model. Overgenomen uit Innovatief onderwijs ontwerpen (p.11) door B. Hoogveld et al., 2017, Groningen: Noordhoff. Copyright 2017, Noordhoff Uitgevers.

1.5. Vraag van de onderwijsinstelling

De locatiemanager van het Wellantcollege in Houten gaf aan op meerdere gebieden een kennis tekort te hebben. Bij de GGI opleiding is het grootste probleem dat men niet precies weet wat de behoefte is van het bedrijfsleven. Met name op het gebied van grondverzetinnovaties is weinig bekend over welke systemen er gebruikt worden. Daarna volgt de vraag welke systemen men zou moeten opnemen in het curriculum. Aangezien niet alle innovaties sectorbreed opgenomen zullen worden moet men keuzes maken over welke systemen men wel en niet in het curriculum moeten komen.

Tijdens een gesprek met de vakdocenten van de opleiding Groen, Grond en Infra bleek dat ze niet goed weten hoe ze de studenten in aanraking moeten laten komen met de innovaties. Daarbij wezen de docenten voornamelijk naar de kosten van de systemen. Maar ook wist men niet exact aan te geven wat de eisen zijn van de overheid. De docenten gaven aan dat het kwalificatiedossier alleen globaal aangeeft wat er in een opleiding moet zijn behandeld. Maar dat men daaruit geen informatie konden halen met betrekking tot innovaties in de sector.

Uit de verschillende vragen die de locatiemanager en de vakdocenten van de onderwijsinstelling stelden is één hoofdvraag gevormd. Daarbij is de afbakening zoals deze eerder vermeld is in acht genomen.

Welke innovaties in de grondverzetsector moeten er in het curriculum van de loonwerkopleidingen in Nederland worden verwerkt en vormgegeven, zodat deze beter aansluit op de vraag van loon- en aannemingsbedrijven die werkzaam zijn in het grondverzet?

De hoofdvraag is onder te verdelen in deelvragen die beantwoord dienen te worden alvorens een antwoord kan worden geven op de hoofdvraag. De deelvragen luiden als volgt:

1. *Welke innovaties in het grondverzet zijn er de afgelopen 10 jaar doorgevoerd?*
2. *Met welke innovaties moet een beginnend beroepsbeoefenaar bij een loonbedrijf in de grondverzetsector kunnen werken?*
3. *Welke informatie moet er volgens het kwalificatiedossier in het curriculum zijn opgenomen op het gebied van grondverzetinnovaties?*
4. *Op welke manier kunnen de lessen over de innovaties het beste worden vorm gegeven?*

Het doel van dit onderzoeksrapport is dat de onderwijsinstellingen die de opleiding Groen, Grond en Infra bieden, deze opleiding zodanig kunnen aanpassen dat deze beter aansluit bij de eisen en wensen uit de beroepspraktijk. In het advies staat welke innovaties volgens de beroepspraktijk in het curriculum opgenomen dienen te worden.

In hoofdstuk 2 van dit onderzoek is per deelvraag uitgeschreven hoe de antwoorden op de verschillende vragen gevonden zijn. Hoofdstuk 3 geeft een overzicht van de gevonden resultaten, ook dit hoofdstuk is per deelvraag uitgewerkt. In het opvolgende hoofdstuk 'discussie' is de validiteit van het onderzoek verdedigd. Het laatste hoofdstuk geeft een samenvattende conclusie en aanbevelingen aan de vakdocenten die betrokken zijn bij de opleiding Groen, Grond & Infra. Achteraan dit rapport zijn de bronnenlijst en aanvullende bijlage toegevoegd.

2. Manier van informatie vergaren

In dit hoofdstuk is per deelvraag beschreven hoe de onderzoeker de antwoorden op de verschillende deelvragen heeft gevonden. Er is per deelvraag uitgewerkt welke data nodig waren om deze vragen te beantwoorden. Daarop volgend is beschreven hoe deze informatie is gevonden.

2.1. Innovaties in het grondverzet

Welke innovaties in het grondverzet zijn er de afgelopen 10 jaar doorgevoerd?

Om antwoord te geven op deze deelvraag moest eerst bepaald worden welke informatie men zocht. Het gaat hier om innovaties van de afgelopen 10 jaar. De innovaties van voor die tijd laat men buiten beschouwing. Verder gaat het om de grondverzetsector, denk daarbij aan kranen, shovels en dumptrucks.

Deze deelvraag geeft uiteindelijk een deel van het antwoord op de hoofdvraag. De hoofdvraag gaat met name over welke innovaties er in het onderwijs verwerkt moeten worden. Tijdens het onderzoek moet dus regelmatig worden afgewogen of een innovatie een verschil maakt voor de machinist tijdens het besturen van de kraan.

Het antwoord op deze vraag kan op het internet gevonden worden. Echter is het belangrijk dat men gebruik maakt van betrouwbare bronnen, dat zijn veelal objectieve bronnen. Het is belangrijk deze bronnen te raadplegen omdat men op basis van deze artikelen conclusies kan trekken. Artikelen gebaseerd op meningen zijn niet te gebruiken als onderzoeksresultaten. Een vakblad of wetenschappelijke artikelen zijn een goede bron van informatie. Voor het vinden van wetenschappelijke bronnen heeft Google een aparte zoekmachine ontwikkeld, genaamd Google Scholar. Met Google Scholar kun je door meerdere databases zoeken vanuit één zoekvak. Resultaten van deze zoekmachine zijn veelal verwijzingen naar artikelen en boeken (Bas Swaen, 2014).

Geschikte literatuur is in veel gevallen in het Engels, er is dan ook in het Engels gezocht. Daarnaast is er een filter gebruikt op het jaar van publiceren. Aangezien er is gezocht naar innovaties van maximaal 10 jaar oud, is gefilterd op artikelen van 2010 en later. Hieronder is een overzicht van de basisbegrippen die zijn gebruikt bij het zoeken naar artikelen. Deze woorden zijn in verschillende combinaties in Google Scholar ingevuld:

- Innovaties
- Grondverzet
- Graafmachine
- Earthmoving
- Equipment
- Innovation

Er is ook met enige voorkennis gezocht. Er was bijvoorbeeld al bekend dat men gebruik maakt van GPS systemen op sommige kranen. De exacte toepassingen waren nog niet bekend. Dat geldt voor meerdere systemen. Deze zijn meegenomen in het onderzoek. Woorden die aanvullend gegoogeld zijn, zijn de volgende :

- 2D/3D GPS systemen/systems
- LMB (Last Moment Beveiliging)
- hijsbeveiliging
- Trace and trace
- Camera systemen
- Autonoom

Een literatuurstuk is relevant bevonden als het innovatieve technieken van na 2010 omschrijft, een uitleg geeft over de werking van de innovatie en deze techniek in de praktijk wordt toegepast. Dit laatste is van belang omdat de innovatie anders niet relevant is voor de studenten.

2.2. Beginnend beroepsbeoefenaar

Met welke innovaties moet een beginnend beroepsbeoefenaar bij een loonbedrijf in de grondverzetsector kunnen werken?

Het antwoord op deze vraag kon men op meerdere manieren achterhalen. Denk daarbij aan literatuurstudie of enquêtes afnemen. Bij literatuuronderzoek is het lastig om te achterhalen wat men in een specifieke regio en een specifieke sector verwacht van studenten. Dit maakte deze vorm van onderzoek ongeschikt voor deze deelvraag. Een enquête zou een mogelijkheid kunnen zijn geweest. Echter is het bij een enquête lastig om een betrouwbaar resultaat te verkrijgen. Zeker aangezien het onderzoek zich richt op een specifieke groep mensen. De brancheorganisatie heeft in heel Nederland ongeveer 2000 leden (Reindsen, 2017). Een deel daarvan is gevestigd in midden Nederland, dat is waar dit onderzoek plaats vindt. Bij een enquête mag men er vanuit gaan dat een response van 20 procent al hoog is (Dobronte, 2015). Op die manier blijven er te weinig reacties over om een enquête te verifiëren.

Een andere methode om gegevens te verkrijgen is middels een interview. Dat kan op verschillende manieren, zoals individueel, in tweetallen of in groepen. In verband met de corona crisis is het niet mogelijk om met meer mensen bijeen te komen. Daarom zijn de interviews individueel gedaan. De manier waarop er is gecommuniceerd hing af van de wensen van de persoon die is geïnterviewd. De persoon kreeg de keus om te bellen, te videobellen middels Whatsapp of via een online service zoals Microsoft Teams of Zoom.

Er is gekozen voor een interview middels de Delphi methode. Deze methode geeft structuur in het communicatieproces met een groep zodanig dat de groep gezamenlijk een mening vormt vanuit verschillende perspectieven (Linstone & Turoff, 1975). Een Delphi onderzoek bestaat meestal uit meerdere rondes, waarbij bij elke ronde er meer overeenstemming tussen de experts wordt gevonden. De resultaten van dit onderzoek bestaan veelal uit meningen. Toch geeft het een realistisch beeld van de belangen en behoefte wanneer deze meningen worden samengevoegd (Tiberius & Hirth, 2019). Een Delphi onderzoek in de vorm van een enquête resulteert vaak in beperkte response (Ranchhod & Zhou, 2001).

Een Delphi onderzoek bestaat uit meerdere rondes. In de eerste ronde is er (telefonisch) contact gelegd met de experts. Er is aan de hand van een interviewstructuur een interview afgenomen. Dit interview is bij 8 experts afgenomen. De resultaten zijn gebundeld in een document. Dat houdt in dat er per vraag een opsomming is gemaakt van de gegeven meningen. Dit document is gedeeld met de geïnterviewde personen. Er is hen gevraagd het document te lezen en feedback te geven op de opsommingen. Zijn er opmerkingen waar ze het helemaal niet mee eens zijn? Of zijn er opvattingen die ze juist waren vergeten maar door anderen wel waren aangevuld?

De feedback is vervolgens opnieuw gebundeld en verwerkt in het document. Dit document geeft nu de gezamenlijke mening van de experts. Deze wordt na afronding van het onderzoek met de geïnterviewde experts gedeeld ter kennisgeving.

Bij het voorbereiden van een interview geldt als vuistregel dat er per uur vijf tot tien hoofdvragen gesteld worden (Creswell & Creswell, 2017). Voor het interview zijn er 5 hoofdvragen uitgewerkt. Daarvan is één vraag gesteld over de benodigde vaardigheden van de studenten. Drie vragen gingen over de deelvraag 'vormgeving lessen'. De laatste vraag ging over de bereidheid van de bedrijven om

mee te werken bij eventuele lesvormen. Deze vraag is echter later geschrapt omdat deze informatie niet relevant is voor dit onderzoek. Met bovenstaande vuistregel als leidraad is een interview ontwikkeld met een tijdsduur van iets minder dan 30 minuten. Naast de vier hoofdvragen zijn er verschillende verdiepingsvragen gesteld. Denk daarbij aan vragen om meer uitleg of om de opsomming uit te breiden. De verdiepingsvragen zijn niet vooraf vastgesteld. Per interview is bepaald wat nodig is om de deelvragen te beantwoorden.

De experts die benaderd zijn voor het interview zijn bekenden van het Wellantcollege in Houten. De meeste experts zijn aangesloten bij de brancheorganisatie of besturen een loonbedrijf in de omgeving van de school. Een deel van hen maakt deel uit van de vaktechnische commissie. Deze commissie geeft advies aan de onderwijsinstelling over de inhoud van de opleiding. De leden van de commissie zijn daarmee dan ook veelal op de hoogte van de inhoud van de opleiding. Dat maakt hen uiterst geschikt om te interviewen. Zij kennen de beroepspraktijk en de inhoud van de opleiding. Voor de verbreding van het onderzoek zijn ook experts geïnterviewd die niet zijn aangesloten bij de vaktechnische commissie. Ook is de opleidingscoördinator van de opleiding Groen, Grond en & Infra geïnterviewd. Er is aan hem gevraagd wat hij van de meningen van de praktijkexperts vond. De resultaten van de interviews zijn te lezen in 'hoofdstuk 3 resultaten'.

Bijlage 1 is een script/interviewopzet zoals deze gebruikt is tijdens de interviews.

2.3. Kwalificatiedossier

Welke informatie moet er volgens het kwalificatiedossier in het curriculum zijn opgenomen op het gebied van grondverzetinnovaties?

Om deze vraag te beantwoorden is uitgezocht wat er in een kwalificatiedossier staat omschreven. De kwalificatiedossiers zijn te vinden op de website van de Samenwerkingsorganisatie Beroepsonderwijs Bedrijfsleven (SBB). In deze dossiers staat omschreven welke informatie men in een opleiding moet verwerken. Een MBO opleiding bestaat het naast curriculum zoals beschreven in het kwalificatiedossier ook uit een aantal keuzedelen. Voor dit onderzoek is bekeken welke keuze delen relevant zijn voor de grondverzetsector. Dit zijn keuzedelen die onder andere kunnen gaan over grondverzet of innovaties uit de sector. Deze dossiers worden opgesteld door de SBB en brancheorganisaties.

In een kwalificatiedossier staat beschreven welke onderwerpen er minimaal aan bod moeten komen in een opleiding. Deze eisen zijn ruim opgeschreven zodat een onderwijsinstelling daar een eigen invulling aan kan geven. Een zinsdeel dat veelvuldig voorkomt in een kwalificatiedossier is: "een student moet kennis hebben van(...)". De onderwijsinstelling kan hierop zelf bepalen hoeveel les er wordt gegeven en hoe dit wordt getoetst. Keuzedelen worden op een zelfde ruime manier opgesteld. Het staat onderwijsinstellingen vrij om extra lessen toe te voegen over onderwerpen die zij van toegevoegde waarde vinden.

Voor dit onderzoek zijn de kwalificatiedossiers en keuzedelen doorgelezen. Daarbij is gezocht naar relevante informatie met betrekking tot het onderzoek. Informatie is relevant bevonden indien het verwijst naar innovaties zoals deze bij eerdere deelvragen zijn gevonden. Op basis van de informatie in de dossiers is een overzicht gemaakt van de (innovatieve) technieken die de branche en de SBB in de opleidingen vereisen.

2.4. Vormgeving lessen

Op welke manier kunnen de lessen over de innovaties het beste worden vorm gegeven?

De innovaties die uit eerdere deelvragen belangrijk blijken te zijn voor het onderwijs zullen een vorm moeten krijgen in het curriculum. De onderwijsinstelling kan zelf niet alle innovaties aanschaffen of in de praktijk laten zien. Hierbij is de samenwerking met het bedrijfsleven noodzakelijk.

Aangezien er voor de deelvraag over de kennis en kunde van de studenten een interview nodig was is dit gecombineerd met interviewvragen over deze deelvraag. Er is gevraagd naar (onderwijs)ideeën en bereidheid tot samenwerkingsmogelijkheden tussen onderwijsinstellingen en de bedrijven.

In hoofdstuk '3.2. beginnend beroepsbeoefenaar' is de werkwijze en wetenschappelijke verantwoording uitgeschreven. Vanuit deze deelvraag is een drietal hoofdvragen toegevoegd aan het interview.

Deze vragen zijn toegevoegd aan de interviewopzet die is bijgevoegd als bijlage 1.

3. Resultaten

In dit hoofdstuk worden per deelvraag de resultaten van het onderzoek uitgewerkt. Hierbij wordt dezelfde volgorde van de deelvragen aangehouden zoals ook toegepast in hoofdstuk 2.

3.1. Innovaties in het grondverzet

Dit literatuuronderzoek beschrijft de belangrijkste innovaties van de afgelopen 10 jaar uit de grondverzetsector. Dit is echter geen complete opsomming van alle innovaties.

Uit het literatuur onderzoek blijkt dat in de 20^{ste} eeuw de focus lag op de ontwikkeling van kranen. Dit betreft voornamelijk de verbetering van de kracht, flexibiliteit en efficiëntie van de machine. De machines werden vooral groter, zodat er meer grond verplaatst kon worden in minder tijd (Tatum et al., 2006). In het begin van de 21^{ste} eeuw veranderde de ontwikkeling van de innovaties. Vanaf dat moment kwamen er meer ontwikkelingen in de besturingssystemen van de kraan. Deze systemen zijn met name gericht op motorefficiëntie, uitlaatgasreductie en verbeterde bedieningssystemen van de hydraulische componenten (Azar & Kamat, 2017).

De laatste jaren zijn de meeste innovaties op kranen gericht op de ontwikkeling van sensoren en informatiesystemen. Deze systemen dragen bij aan een verhoogde productiviteit, veiligheid, simpelere bediening, minder onderhoud en een verbeterd managementsysteem voor het bijhouden van de effectiviteit van de machines. Een aantal van deze systemen zijn ontwikkeld door de fabrikanten van kranen zoals Caterpillar, Liebherr en Komatsu. De meeste moderne technologische hulpmiddelen worden ontwikkeld door bedrijven die gespecialiseerd zijn in dit soort systemen zoals Trimble en Topcon (Azar & Kamat, 2017).

Azar en Kamat hebben in 2016 onderzoek gedaan naar automatisering van grondverzetmachines. Het rapport dat ze hebben geschreven geeft een beeld van de technologische ontwikkelingen en een blik op de toekomst van deze ontwikkelingen. In dit rapport onderscheiden de onderzoekers vier innovatie categorieën; track and trace van machines, veiligheidssystemen, besturingstechnologie en autonome besturing. (Azar & Kamat, 2017)

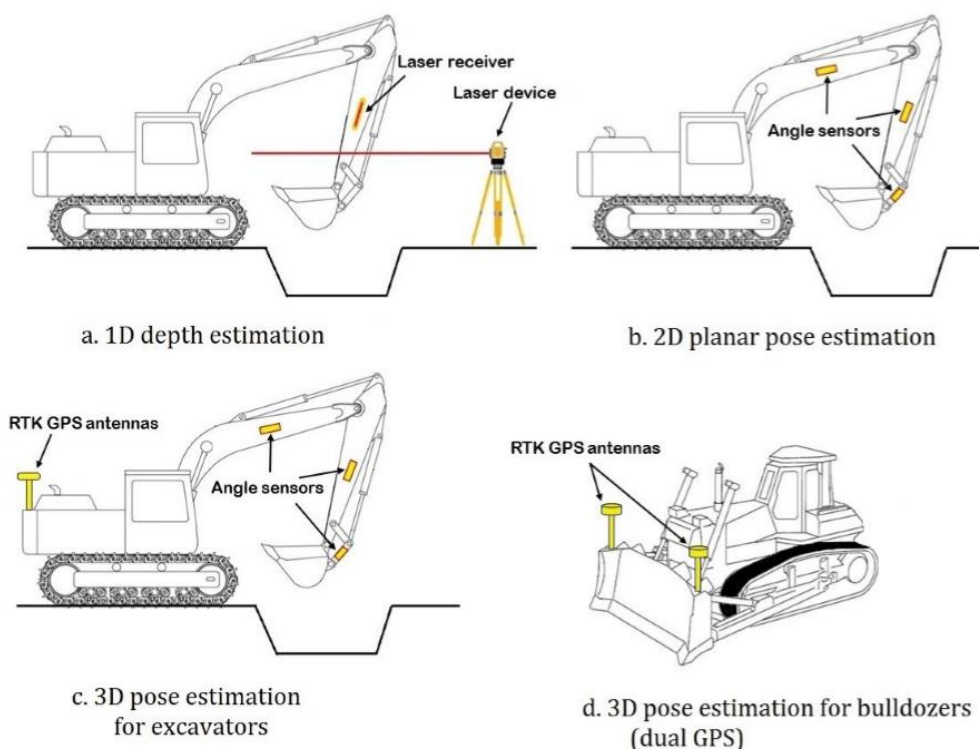
Track and trace systemen kunnen, op verzoek van de klant, vanaf de fabriek worden opgebouwd. Deze systemen houden het brandstofverbruik, de werkuren en de locatie van de machine bij. Deze gegevens kunnen real-time worden doorgestuurd naar de manager van het bedrijf. De locatie van de machine wordt bijgehouden voor de veiligheid. In het geval van diefstal is een machine terug te vinden middels deze systemen. Er zijn verschillende track and trace systemen. Deze staan beschreven in het rapport van Azar en Kamat (2017).

Op een bouwplaats zijn vaak veel machines en mensen die langs elkaar heen bewegen. Dit resulteert in een hoog risico op ongelukken tussen mens en machine (Seo et al., 2015). Er zijn experimenten gedaan met RFID tags in de helmen van de bouwvakkers. Op die manier zou een kraan kunnen 'zien' waar een mens staat en die zone beveiligen. Ook is er geëxperimenteerd met camera's op kranen die een beeld maken van de omgeving en daarop de personen binnen het draaibereik signaleren. Ondanks de hoge potentie van deze innovatie blijft het in een beginnende fase. Seo et. Al stellen dat dat komt door een aantal technische uitdagingen en onderzoekspunten in de vorm van betrouwbaarheid, precisie en toepasbaarheid (2015).

Op moderne kranen die veel in het grondverzet worden ingezet voor het creëren van een nette bodem of talud wordt gewerkt met een GPS systeem. GPS systemen zijn relatief nieuw in de bouw- en cultuurtechniek. Dit soort systemen maken het mogelijk om sneller en preciezer te werken. In het rapport van Azar en Kamat (2017) zijn vijf onderzoeken vergeleken. Uit deze onderzoeken blijkt dat een GPS systeem zorgt voor een verhoogde productiviteit. De cijfers lopen echter uit één van 5 tot 40 procent productiviteitsverhoging. Deze verschillen zouden te maken hebben met verschillen in projecten en grondsoorten. De resultaten zijn te vinden in het rapport van Azar en Kamat (2017).

Ook is in het rapport van Azar en Kamat (2017) de werking van verschillende graafhulpen uitgelegd. De werking en functies van GPS systemen varieert van een eendimensionaal tot een driedimensionaal systeem. Een eendimensionaal systeem wordt gebruikt om de diepte te bepalen. Figuur 3a toont een schematische weergave van dit systeem. Hierbij is een ontvanger op de giek van de kraan geplaatst. Deze ontvangt het signaal van de roterende laser. Op de ontvanger is af te lezen of de kraanbak de juiste diepte heeft bereikt. Dit is een eenvoudig systeem waarbij men een grote foutmarge moet hanteren. De stand van de bak wordt bij de dieptebepaling niet meegenomen. De kraanmachinist moet zelf zorgen dat de bak de juiste positie behoudt.

Een driedimensionaal (3D) GPS systeem is een complexer systeem. Hierbij zijn verschillende sensoren en twee GPS ontvangers nodig. De ontvangers bepalen de richting van de giek van de kraan. Op de giek van de kraan zijn verschillende hoeksensoren geplaatst. Deze bepalen de afstand en de hoek van de bak ten opzichte van de kraan. Figuur 3c toont waar de sensoren en ontvangers worden geplaatst. Met deze gegevens is een computer in staat om te berekenen waar de bak zich bevindt. Deze gegevens worden samengevoegd met 3D tekeningen van het werkgebied. De kraanmachinist kan zo precies zien hoe het eindproduct er uit moet komen te zien en met de bak de tekening volgen.



Figuur 3 Common AMG systems for earthmoving equipment. Overgenomen uit: Earthmoving equipment automation: a review of technical advances and future outlook. (p. 256) door Azar en Kamat, 2017. Copyright 2017, Azar en Kamat

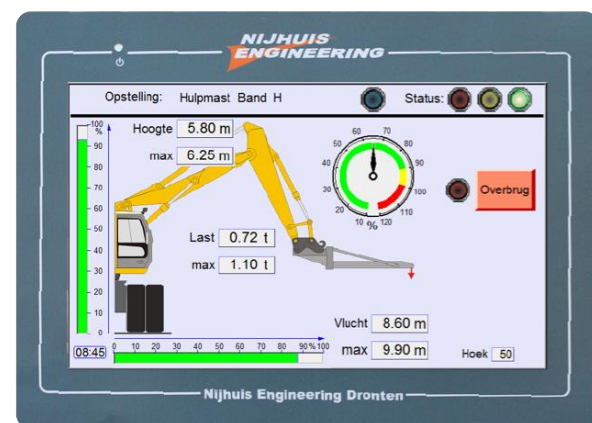
Het 3D GPS systeem in combinatie met een camera-veiligheidssysteem zou autonoom moeten kunnen werken. Uit de bevindingen van Azar en Kamat (2017) blijkt echter dat de veiligheid nog te wensen over laat. Dit komt doordat de camera's nog niet snel en betrouwbaar genoeg zijn. Deze bevindingen zijn gebaseerd op onderzoeken uit 2009 en 2012. De technologische ontwikkelingen gaan snel. Camera's op kranen worden beter en de software die de gevaren detecteert wordt steeds preciezer. Hierdoor ontstaan er steeds meer mogelijkheden.

Anno 2020 zijn er bedrijven die autonome kranen en schrankladers hebben ontwikkeld en op de markt gebracht. Een voorbeeld van een bedrijf die dat soort kranen heeft ontwikkeld is Built Robotics (Built Robotics Inc., 2020). Dit bedrijf is opgericht in 2016 en heeft inmiddels verschillende autonome kranen verkocht. Volgens het bedrijf zijn deze kranen voornamelijk geschikt voor grotere afgravingen. Als de klus te ingewikkeld wordt voor een autonome kraan, kan een mens de besturing van de kraan overnemen. Het bedrijf geeft in een bedrijfsfilm op de website aan dat op deze manier twee kranen bediend kunnen worden door één machinist. Daarmee zakken de personeelskosten en stijgt de efficiëntie.

De hierboven genoemde innovaties worden voornamelijk toegepast op rupskranen in het grondverzet. In Nederland maakt men ook gebruik van mobiele kranen. Dit type kraan is er op gebouwd om vaker te verrijden. Op grote bouwplaatsen wordt dit type kraan ingezet om de meest voorkomende werkzaamheden zoals bouwputten uitgraven, pallets verzetten, betonkubels hijsen bij het storten van beton en andere licht hijswerk te verrichten. Dit soort hijswerkzaamheden zijn vaak te klein of te licht om een telekraan te huren.

Bij dit soort hijswerk op grote bouwplaatsen dient men echter voorzichtig te zijn. Een mobiele kraan kan vaak maar een paar ton hijsen. Grote bouwbedrijven zoals Heijmans en Ballast Nedam verplichten onderaannemers om de kranen te beveiligen tegen overbelasting. Een dergelijk type beveiliging noemt men ook wel; Last Moment Beveiliging (LMB). Dit type beveiliging wordt niet vanaf de fabriek geleverd. Er zijn gespecialiseerde bedrijven die LMB systemen opbouwen.

Een voorbeeld van een bedrijf dat gespecialiseerd is in het opbouwen van LMB systemen is Nijhuis engineering in Dronten (Nijhuis Engineering, 2020). Dit bedrijf bouwt sensoren op de kraan die bepalen hoe groot de belasting is op de verschillende giekdelen. Tevens plaatst het bedrijf sensoren die bepalen wat de stand is van de giek. Dit zijn dezelfde sensoren die ook bij een GPS systeem worden gebruikt. Deze gegevens geven inzicht in de belasting aan de haak van de kraan is. Nijhuis engineering maakt bij het opbouwen van de sensoren een lasttabel en bepaald wat de maximale belasting van de kraan mag zijn. Als een machinist iets ophijst kan hij op een display aflezen hoe zwaar de last is. De software zorgt ervoor dat een machinist de giek niet verder kan strekken dan de kraan aankan. Figuur 4 toont een schermindicatie van een LMB systeem.



Figuur 4 schermindicatie LMB-systeem. Overgenomen uit Helics – Graafmachine LMB van Nijhuis Engineering, 2020 (<https://www.nijhuisengineering.nl/nl/beveiliging/helics>) Copyright 2020, Nijhuis Engineering Dronten B.V.

3.2. Beginnend beroepsbeoefenaar

Deze paragraaf bestaat uit twee delen. In paragraaf 3.2.1 worden de antwoorden op de interviewvragen aan de vak-experts beschreven. In paragraaf 3.2.2 volgt een reactie van de opleidingscoördinator op de antwoorden van de vak-experts.

3.2.1. Vak-experts

Er is voor de beantwoording van deze deelvraag aan acht vak-experts gevraagd met welke innovaties uit de grondverzetsector een beginnend beroepsbeoefenaar moet kunnen werken. De reacties van de geïnterviewden zijn gebundeld. Vervolgens is via email aan alle geïnterviewden gevraagd te reageren op elkaars opmerkingen. Vijf personen hebben een reactie gegeven op de inhoud van het document. Het document zoals dat verspreid is onder de deelnemers van dit onderzoek is weergegeven in bijlage 2.

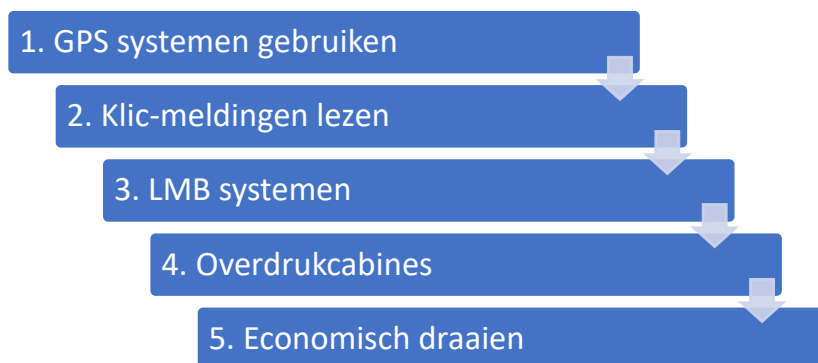
Tijdens het interview gaven zes van de geïnterviewde experts aan dat studenten kennis moeten hebben van GPS-systemen. Twee mensen gaven tijdens het interview aan dat de studenten (meer) kennis moeten hebben van het lezen en interpreteren van kaarten en (digitale) klic-meldingen. Uit de reacties op het document blijkt dat drie andere respondenten niet aan dit antwoord hadden gedacht. Zij vonden het wel een goed punt om in de opleiding te verwerken.

Andere innovaties die werden aangegeven zijn: Last Moment Beveiligingen, overdrukcabines en een GPS-stok waarmee men kan inmeten en uitzetten. Deze innovaties werden door verschillende geïnterviewden aangegeven. Alle geïnterviewden gaven aan deze innovaties zinvol te vinden. De deelnemers aan het interview gaven wel aan dat het LMB-systeem en de overdrukcabine zeer specialistische innovaties zijn. In de reacties is door drie deelnemers benoemd dat de studenten moeten weten dat het bestaat maar ze hoeven er volgens hen niet mee te kunnen werken.

De eco-stand op een kraan is ook aangedragen als innovatie. Uit de reacties blijken vier van de vijf deelnemers dit een prima punt te vinden. Eén iemand gaf aan dat 'economisch draaien' begint bij netjes leren graven.

Verder is er aangegeven dat studenten moeten leren om 'nette' mailtjes te sturen als ze bijvoorbeeld GPS-punten versturen naar de uitvoerder. Ook moeten de studenten de kostprijs van machines leren berekenen volgens één van de experts. Hierop hebben twee mensen gereageerd dat dit alleen bij de niveau 4 opleiding moet worden verwerkt. Deze laatste twee punten zijn geen innovaties in de grondverzetsector. In dit rapport worden deze punten niet verder uitgewerkt.

In figuur 5 staan de innovatieve systemen op volgorde van de frequentie waarop deze zijn genoemd door de experts. Het gebruik van GPS systemen is het meest genoemd, het 'economisch draaien' het minst.



Figuur 5 Innovaties in grondverzetsector op volgorde van belangrijkheid volgens vak-experts

3.2.2. Reactie opleidingscoördinator

De reacties van de vak-experts geven geen éénduidig beeld van de wensen uit de beroepspraktijk. Daarom is ook aan de opleidingscoördinator gevraagd wat hij vindt van de reacties van de geïnterviewde vak-experts. De samenvatting van dat interview is weergegeven in bijlage 3.

De opleidingscoördinator gaf aan dat GPS waarschijnlijk de grootste gemene deler is. Daarbij hoeven de studenten niet de kaarten te kunnen tekenen maar ze moeten de toepassingen van de systemen kennen. Verder geven sommige docenten les in digitale klic-meldingen aanvragen en lezen. In de praktijk is de docent echter vrij om de les naar eigen inzicht in te delen. Niet elke docent besteedt aandacht aan deze onderwerpen in de lessen.

Met betrekking tot economisch draaien stelde de opleidingscoördinator dat het lastig is om dit onderwerp vorm te geven in de lessen. Het is wellicht wel mogelijk om mee te nemen in een stageopdracht. Verder wil de coördinator de energietransitie meenemen in de lessen. Dit kan bijvoorbeeld door les te geven over elektrische- of waterstofkranen.

Het onderwerp overdrukcabines kan volgens de opleidingscoördinator een waardevolle aanvulling zijn binnen de opleiding. De coördinator gaf aan hier niet eerder aan te hebben gedacht.

3.3. Kwalificatiedossier

De kwalificatiedossiers bestaan uit een basisdeel die voor de verschillende opleidingen gelijk is en een profieldeel die per opleiding verschillend is. In het basisdeel staat dat de student basiskennis moeten hebben van materiaal en materieel. Tevens staat beschreven dat alle studenten aan het eind van de opleiding een technische tekening, een kaart en een werkplanning moeten kunnen lezen en werkgerelateerde apps moeten kunnen gebruiken.

In het profieldeel van de niveau 2 opleiding 'Groen, Grond & Infra' staat dat de beginnend beroepsbeoefenaar de meest voorkomende machines bedrijfsklaar moet kunnen maken, instellen en bedienen. De student moet de machines en gereedschappen op effectieve en zorgvuldige wijze kunnen bedienen.

Het profieldeel van de niveau 3 opleiding gaat verder op de niveau 2 variant. Een niveau 3 student moet aan het eind van de opleiding in staat zijn om een klic-melding te kunnen lezen en te kunnen interpreteren. Ook moet de student de boardcomputer en, indien van toepassing, de GPS van de machine in kunnen stellen, bedienen en interpreteren. De student bereidt de machines voor op de geplande werkzaamheden waarbij hij onder andere het GPS-systeem correct in moet kunnen stellen.

Een niveau 4 student moet een klic-melding kunnen lezen en interpreteren. Daarbij moet hij kunnen inmeten en uitzetten met moderne en in de praktijk toegepaste apparatuur. Verder moet de student geautomatiseerde systemen kunnen gebruiken en voorkomende machines en gereedschappen bedrijfsklaar kunnen maken, in kunnen stellen en bedienen. Van een niveau 4 student wordt verwacht dat hij zich continu oriënteert op ontwikkelingen en innovaties in de betreffende sector.

Relevante keuzedelen met betrekking tot grondverzetmachines zijn nog niet ontwikkeld. Er is een keuzedeel genaamd 'Agrarisch loonwerk'. Hierin komt het thema GPS en precisielandbouw aan bod. Deze lessen zijn echter gericht op GPS-systemen op trekkers. Om deze reden is dit keuzedeel niet relevant voor dit onderzoek.

Uit de kwalificatiedossiers blijkt dat studenten van niveau 3 en 4 een GPS-systeem moeten kunnen instellen en bedienen. Ook moeten deze studenten een klic-melding kunnen lezen en interpreteren.

3.4. Vormgeving lessen

Deze paragraaf bestaat uit twee delen. In paragraaf 3.4.1 worden de antwoorden op de interviewvragen aan de vak-experts beschreven. In paragraaf 3.4.2 volgt een reactie van de opleidingscoördinator op de antwoorden van de vak-experts.

3.4.1. Vak-experts

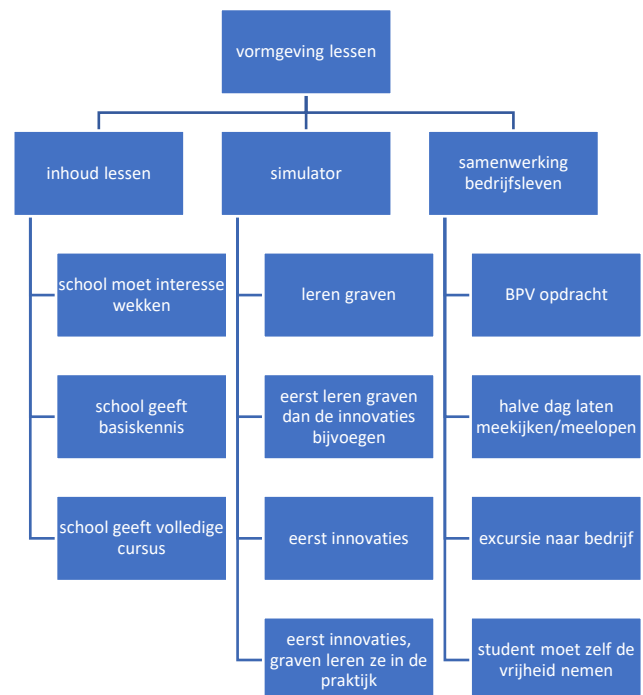
In het interview zijn drie vragen gesteld over de vormgeving van de lessen. Er is aan de geïnterviewden gevraagd welke lessen een onderwijsinstelling moet geven met betrekking tot de innovaties. Zeven van de acht geïnterviewde experts gaven aan dat het de taak is van de school om de studenten te interesseren in het onderwerp. Daarbij moet de school een beperkte basis meegeven met betrekking tot deze onderwerpen. Eén geïnterviewde gaf aan dat hij het liefst ziet dat de onderwijsinstelling de hele GPS cursus geeft. Uit de reacties bleek dat nog twee geïnterviewden dat een goed punt vinden. Twee anderen gaven echter aan dat zij vinden dat het geven van een hele cursus te ver gaat.

Het kan voor een onderwijsinstelling een mogelijkheid zijn om een simulator aan te schaffen. Er is aan de experts gevraagd hoe zij denken dat de school deze het beste kan inzetten. Vier van de acht geïnterviewden gaven aan dat de studenten het beste eerst kunnen leren graven. Twee daarvan stelden dat de innovaties wel later toegevoegd kunnen worden om meer uitdaging te geven aan de student en om te snuffelen aan de systemen. De andere vier gaven aan dat zij denken dat de studenten op de simulator het beste kunnen leren werken met innovatieve systemen zoals GPS.

Als laatste is gevraagd hoe de onderwijsinstelling en het bedrijfsleven ervoor kunnen zorgen dat de student in aanraking komt met de innovatieve systemen. Drie personen gaven aan dat de student in de vorm van een beroepspraktijkvormende opdracht (BPV) een keer mee moet kunnen kijken met een ervaren machinist. Twee mensen stelden dat het lastig is om de student mee te laten kijken omdat de kranen vaak op bouwplaatsen staan met strikte regels.

Twee experts gaven aan dat zij graag zien dat de studenten op excursie gaan naar een kraan met innovatieve systemen. Hierop hebben twee mensen gereageerd dat er dan wel hele goede afspraken moeten worden gemaakt over de kosten en de logistiek bij bedrijven.

Figuur 6 geeft een schematische weergave van de meest genoemde opties omtrent de mogelijkheden om studenten in aanraking te laten komen met de innovaties.



Figuur 6 Mogelijkheden vormgeving lessen volgens vak-experts

3.4.2. Reactie opleidingscoördinator

De opleidingscoördinator gaf aan dat lessen omtrent innovaties fysieke en onderwijskunde beperkingen kent. Er staat volgens hem weinig over in het kwalificatiedossier en die is leidend bij de investeringen. Basislessen over GPS horen wel in de opleiding aldus de opleidingscoördinator.

De onderwijsinstelling beschikt over een handheld computer waarmee herkenningpunten kunnen worden gemarkeerd. Hiermee gebeurt nog weinig in de lessen. De opleidingscoördinator ziet mogelijkheden voor het toepassen van de GPS-stok. Het is bij de coördinator niet bekend of deze op de investeringslijst staat. Ook gaf de coördinator aan dat het werken met de GPS-stok niet bij alle bedrijven wordt gebruikt. In de praktijk blijkt dat de GPS-stok vooral wordt ingezet door specialistische bedrijven.

Over de simulator zei de opleidingscoördinator het volgende: “ik wil meerdere simulatoren aan elkaar knopen zodat de studenten samen één bouwput kunnen uitgraven.” Daarbij gaf de coördinator aan dat “alles kan met de simulator. Graven, GPS-systemen proberen maar ook verticaaltransport en werken met verschillende machines.” De coördinator kon niet aangeven of de studenten eerst moeten leren graven of eerst de innovaties moeten leren gebruiken.

De opleidingscoördinator is er van overtuigd dat de studenten allemaal een keer een halve dag kunnen meekijken bij een kraan met een GPS-systeem op een praktijklocatie. Middels een BPV opdracht is er bij veel bedrijven de mogelijkheid te creëren voor de student om een keer mee te kijken volgens de opleidingscoördinator.

Het LMB-systeem zat vroeger in de opleiding. Toen kregen de studenten daar een aparte cursus voor. Het werken met een LMB systeem staat nu niet meer in het kwalificatiedossier. Hierdoor is er nu geen tijd en geld meer voor. Daarbij is het systeem te specifiek. Dit hoort bij de machinistenopleiding tegenwoordig stelde de opleidingscoördinator.

Een excursie naar een kraan vindt de coördinator geen goed idee. Er kan maar één student tegelijk kijken naar het scherm. De rest van de groep gaat dan over de bouwplaats lopen wat tot gevaarlijke situaties kan leiden.

4. Discussie

Dit rapport leidt tot een advies aan onderwijsinstellingen die de opleiding Groen, Grond & Infra aanbieden. Dit advies omschrijft welke innovaties in de grondverzetsector, volgens de beroepspraktijk, het beste in de opleiding verwerkt kunnen worden. Ook is daarbij omschreven hoe dit volgens het bedrijfsleven het beste kan worden vormgegeven.

Uit de literatuur blijkt dat de afgelopen 10 jaar de innovaties wereldwijd gericht waren op de besturingssystemen van de kraan. De wetenschappelijke literatuur die is gevonden in het kader van dit onderzoek, is voornamelijk gericht op grondverzetmachines. In deze veelal Amerikaanse literatuur kwamen de onderwerpen 'overdrukcabine' en '(digitale) klic-melding' niet naar voren. Toch geeft de literatuurstudie wel een beeld van de ontwikkelingen in de Nederlandse grondverzetsector. De belangrijkste innovaties in het grondverzet in Nederland zijn het GPS-systeem en het LMB-systeem. Dit kwam in de gevonden literatuur uitgebreid aan bod. De ontwikkeling van camerasystemen op kranen staat nog in de kinderschoenen. Het werken met dergelijke systemen heeft nog geen grote rol in de sector. Het heeft op dit moment (nog) geen prioriteit om dit onderwerp op te nemen in het lesprogramma.

Er is aan acht vak-experts gevraagd met welke innovaties de beginnende beroepsbeoefenaars moeten kunnen werken. De benaderde vak-experts zijn allemaal werkzaam bij een loon- of aannemingsbedrijf. De bedrijven zijn onderling vergelijkbaar vanwege de machines en gereedschappen waarmee gewerkt wordt. De bedrijven verschillen onderling door het specialisme waarin wordt gewerkt. Voor deze bedrijven is gekozen omdat zij een goede afspiegeling vormen van de grondverzetsector. Vijf van deze bedrijven zijn benaderd op advies van de MBO opleiding, drie bedrijven zijn benaderd vanuit het netwerk van de onderzoeker.

De geïnterviewden gaven uiteenlopende antwoorden waardoor een uitgebreide lijst met innovaties tot stand is gekomen. Uit de interviews blijkt dat kennis en ervaring met het werken met een GPS-systeem en de (digitale) klic-melding als belangrijkste vaardigheden worden benoemd. Het werken met de (digitale) klic-melding is in de literatuurstudie van dit onderzoek niet aan bod gekomen. Voor de onderzoeker was dit onderwerp een verrassend resultaat dat uit de interviews naar voren kwam.

De inhoud van de kwalificatiedossiers is breed opgezet. De eisen zijn zodanig ruim geformuleerd dat ze multi-interpretabel zijn. De onderwijsinstelling kan een eigen invulling geven aan de eisen die in het kwalificatiedossier gesteld worden. De inhoud van de lessen omtrent een onderwerp kunnen van 'zeer beperkt' tot 'diepgaand' worden gegeven binnen dezelfde kwalificatie-eis. Tijdens de interviews werd duidelijk dat de beroepspraktijk graag ziet dat er meer aandacht besteed wordt in de lessen aan de innovaties uit de sector.

Bij deelvraag 2 en 4 is gebruik gemaakt van de Delphi interview methode. De Delphi interview methode bleek geschikt te zijn voor dit onderzoek. Door de keuze voor deze methode werden de benaderde vak-experts in de gelegenheid gesteld hun eigen visie op het onderwijs met betrekking tot de grondverzetsector te delen. Tijdens de interviews viel op dat de vak-experts graag hun mening wilden delen over het onderwerp. Er werd door de experts ruim gereageerd op de gestelde vragen waardoor verdiepende of verbredende vragen nauwelijks nodig waren. Als was gekozen voor een onderzoeksmethode met een enquête hadden de vak-experts minder de gelegenheid gehad hun eigen mening uitgebreid te delen.

Na de interviews is er een samenvattend gespreksverslag van alle interviews naar de vak-experts gestuurd. Van de acht geïnterviewde experts hebben er vijf een reactie gegeven op de inhoud van het document. Het reactiepercentage is hoger dan vooraf verwacht was. Vooraf was gehoopt dat de

helft zou reageren op de mail. Ook waren de reacties uitgebreider dan verwacht. Vier van de vijf reacties waren zeer uitgebreid.

Tijdens de individuele interviews zijn vele verschillende antwoorden gegeven. Bij het vergelijken van de gegeven antwoorden door een aantal geïnterviewden kwam naar voren dat de meningen van andere vak-experts ook als zinvol worden gezien. Door de toepassing van de Delphi interview methode is een overzichtelijk beeld gecreëerd van de 'doorsnee' van de wensen van de vak-experts.

Om de uitkomsten van de interviews te verifiëren is gesproken met de opleidingscoördinator. Niet alles wat de beroepspraktijk bedenkt is haalbaar binnen een onderwijsinstelling. De opleidingscoördinator heeft aangegeven wat hij vond van de reacties van de vak-experts en daarbij verteld wat de school kan bieden. De coördinator benoemde bijvoorbeeld dat de, door de beroepspraktijk, voorgestelde excursie met studenten niet handig is omdat deze studenten niet allemaal bezig gehouden kunnen worden. Ook kon hij aangeven welke innovaties er in de lessen worden behandeld en welke innovaties nog ontbreken. Deze informatie wordt meegenomen in het eindadvies aan de onderwijsinstelling, zodat het advies beter aansluit op de mogelijkheden van de school.

5. Conclusie en aanbevelingen

Het Wellantcollege in Houten biedt de opleiding Groen, Grond & Infra aan. In deze opleiding wordt beperkt les gegeven over innovatieve technieken in de grondverzetsector. Door het Wellantcollege is gevraagd om aanbevelingen te doen omtrent het implementeren van deze innovatieve technieken in het curriculum. In dit hoofdstuk worden eerst conclusies getrokken uit de deelvragen, vervolgens wordt de hoofdvraag beantwoord en worden aanbevelingen gedaan.

5.1. Conclusie per deelvraag

Tijdens dit praktijkonderzoek is antwoord gezocht op de volgende hoofdvraag: *Welke innovaties in de grondverzetsector moeten er in het curriculum van de loonwerkopleidingen in Nederland worden verwerkt en vormgegeven, zodat deze beter aansluit op de vraag van loon- en aannemingsbedrijven die werkzaam zijn in het grondverzet?*

Om deze vraag te kunnen beantwoorden zijn deelvragen opgesteld, is literatuurstudie en kwalitatief praktijkonderzoek met interviews gedaan. De conclusies zijn geordend op innovaties, inhoud van het curriculum en vormgeving van de lessen. Deze ordening is gebaseerd op de deelvragen.

5.1.1 Deelvraag 1: innovaties uit de literatuur

Uit het literatuuronderzoek blijkt dat in de afgelopen 10 jaar de innovaties in de grondverzetsector voornamelijk gericht zijn op de besturingssystemen van de kraan. Het graafhulpsysteem dat werkt op basis van GPS is daarin de belangrijkste innovatie. De ontwikkeling van autonome machines staat nog in de kinderschoenen. Daar zal eerst meer onderzoek naar gedaan moeten worden voor deze van betekenis is voor het onderwijs.

5.1.2. Deelvraag 2: innovaties voor beginnende beroepsbeoefenaars

Uit de interviews blijkt dat de vak-experts het meeste behoefte hebben aan studenten die basiskennis hebben van GPS-systemen en (digitale) klic-meldingen. Ze gaven daarbij aan dat de studenten niet hoeven te kunnen werken met een GPS-systeem maar de werking en de functie moeten kennen en begrijpen. De klic-melding moeten de studenten kunnen lezen en interpreteren. Verder gaven de vak-experts aan dat zij het 'Last Moment Beveiligingssysteem' te specialistisch vinden om in de opleiding te verwerken.

5.1.3 Deelvraag 3: inhoud curriculum

In het kwalificatiedossier staat vermeld welke vaardigheden de studenten aan het eind van de opleiding minimaal moeten beheersen. Een student die een opleiding volgt op niveau 2 moet kunnen werken met veel voorkomende machines. Een student met een opleiding op niveau 3 en niveau 4 moet ook met veel voorkomende machines kunnen werken. Echter staat daarbij ook beschreven dat deze studenten GPS-systemen moeten kunnen instellen en bedienen. Ook staat in het kwalificatiedossier beschreven dat de studenten van niveau 3 en 4 een klic-melding moeten kunnen lezen en interpreteren.

5.1.4 Deelvraag 4: vormgeving lessen

Uit de interviews met de vak-experts blijkt dat de vak-experts vinden dat de onderwijsinstelling de studenten moet interesseren in de innovatieve technieken. De vak-experts stellen dat de school dit kan doen door een beperkte basiskennis mee te geven.

De studenten kunnen praktijkervaring opdoen op een stagebedrijf. De opleidingscoördinator geeft aan dat het mogelijk is om een beroepspraktijkvormende opdracht te koppelen aan de innovatieve technieken. Op deze manier kunnen, volgens de coördinator, de meeste bedrijven de mogelijkheid bieden aan de studenten om ervaring op te doen met deze technieken.

In de interviews bleek ook dat, indien een onderwijsinstelling in het bezit is van één of meer simulatoren, de focus moet liggen op leren graven. De innovatieve technieken kunnen dan later worden geïntroduceerd.

5.2. Conclusie hoofdvraag

Aan de hand van de antwoorden op de deelvragen kan gesteld worden dat de GPS-systemen en (digitale) klic-meldingen de belangrijkste innovaties in de grondverzetsector zijn die verwerkt moeten worden in het curriculum om deze beter aan te laten sluiten bij de vraag vanuit loon- en aannemingsbedrijven. In de volgende paragraaf worden aanbevelingen gedaan op basis waarvan het curriculum aangepast kan worden.

5.3. Aanbevelingen

Uit de interviews met de vak-experts en de mogelijkheden die onderwijsinstellingen hebben binnen het curriculum, kan opgemaakt worden dat de in te voeren innovaties het best in twee termijnen ingevoerd kunnen worden.

5.3.1. Korte termijn

Aanbevolen wordt om in het komende schooljaar theorielessen te gaan geven over GPS-systemen en (digitale) klic-meldingen. Deze lessen passen binnen de module over de grondverzetmachines. Het gaat er hierbij om dat de studenten nieuwsgierig worden naar de mogelijkheden van GPS-systemen en dat de studenten een klic-melding leren aanvragen en interpreteren. Om de studenten te betrekken bij de lessen wordt geadviseerd om deze lessen op tablets of laptops te geven. Dit geeft meer aansluiting bij de leefwereld van de studenten. Daarnaast wordt geadviseerd, als er ruimte in het curriculum is, meer innovaties in het onderwijs op te nemen. De basistheorie over een last moment beveiligingssysteem en overdrukcabines kan dan worden opgenomen in de lessenserie.

Om de studenten in de praktijk in aanraking te laten komen met de innovatieve systemen wordt de onderwijsinstelling aangeraden een nieuwe beroepspraktijkvormende opdracht te schrijven. Doel van deze opdracht moet zijn dat de student de mogelijkheid krijgt om een keer te mogen graven/werken met de innovatie. Deze innovatie mag zowel een GPS-systeem als een last moment beveiligingssysteem zijn. De onderwijsinstelling kan zelf bepalen of deze opdracht ook geschikt is voor niveau 2 studenten. Zij hoeven, op basis van het kwalificatiedossier, niet met deze systemen te kunnen werken.

5.3.2. Langere termijn

Het aanschaffen van een GPS-systeem op een kraan is niet nodig. De studenten kunnen op het stagebedrijf hiermee oefenen. De onderwijsinstelling wordt geadviseerd een GPS-stok te kopen. Hiermee kan de student meten en uitzetten op de praktijklocatie van de school. Studenten leren werken met de GPS-stok in de praktijk moet gekoppeld zijn aan de theorielessen omtrent GPS-systemen. Bij het opzetten van deze lessen wordt aangeraden gebruik te maken van het achtvelden-model van Kessels. Door het werken met dit model worden theorie en praktijk middels opdrachten en passende begeleiding op elkaar aangesloten.

Indien de onderwijsinstelling de mogelijkheid heeft een simulator aan te schaffen luidt het advies om de studenten eerst te leren graven. Zodra een student dat goed kan, is het mogelijk om innovatieve technieken zoals GPS-systemen te introduceren. Omdat de studenten breed worden opgeleid is het niet nodig hen een volledige cursus te geven omtrent het werken met de innovatieve systemen. Dit kan meegenomen worden in het opzetten van de opdrachten bij de simulator. Leer de studenten vooral de basis.

Bibliografie

- Azar, E. R., & Kamat, V. R. (2017). Earthmoving equipment automation: A review of technical advances and future outlook. *Journal of Information Technology in Construction*.
- Bas Swaen. (2014). *Literatuur zoeken met Google Scholar*. <https://www.scribbr.nl/scriptie-tips/literatuur-zoeken-met-google-scholar/>
- Bert Hoogveld, Janssen-Noordman, A., & Merriënboer, J. van. (2017). *Innovatief onderwijs ontwerpen. De ontwerpprincipes van het 4CID-model* (eerste druk). Noordhoff Uitgevers.
- Built Robotics Inc. (2020). *Built Robotics*. <https://www.builtrobotics.com/>
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2017). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Sage publications.
- Dobronte, A. (2015). *De steekproefgrootte bepalen van je enquête*. <https://nl.checkmarket.com/blog/de-steekproefgrootte-bepalen-van-je-enquete/>
- Engineering Trading Inspection. (2013). *lastmomentbeveiliging*. <http://kraankeuring.com/>
- Geerts, W., & Kralingen, R. van. (2018). *Handboek voor leraren* (Tweede, heruitgave). Uitgeverij Coutinho.
- Het Zwarte Corps. (2018). *Personeelstekorten bij loonwerkers, hoveniers en boomverzorgers*. Article on Web Page. <http://www.hzc.nl/3576/personeelstekorten-bij-loonwerkers-hoveniers-en-boomverzorgers.html>
- Inspectie SZW. (2014). *Sectorrapportage Grond-, Weg- en Waterbouw*. 7, 18. www.ondergrondsnetwerkenengrondwaterbeheer.nl
- J.W.M. Kessels, C.A. Smit, & P. Keurtsen. (1996). *Het achtvelden instrument*. https://www.kessels-smit.com/files/Het_acht_velden_instrument_NL_3.pdf
- Linstone, H. A., & Turoff, M. (1975). *The delphi method*. Addison-Wesley Reading, MA.
- Mooijman, E., Rijken, J., & Dam, N. van. (2018). *Handboek leren & ontwikkelen in organisaties* (5de druk). Noordhoff Uitgevers.
- Nijhuis Engineering. (2020). *Graafmachine LMB*. <https://www.nijhuisengineering.nl/nl/beveiliging>
- Ranchhod, A., & Zhou, F. (2001). Comparing respondents of e-mail and mail surveys: understanding the implications of technology. *Marketing Intelligence & Planning*.
- Reindsen, H. (2017). *"Aantal loonbedrijven blijft stabiel."* <https://www.nieuweoogst.nl/nieuws/2017/07/05/aantal-loonbedrijven-blijft-stabiel>
- Sectorkamer voedsel & groen & Gastvrijheid. (2016). *Keuzedeel Agrarisch loonwerk K0255*.
- Sectorkamer voedsel & groen & Gastvrijheid. (2019). *Kwalificatiedossier: Groene ruimte 23252*.
- Seo, J., Han, S., Lee, S., & Kim, H. (2015). Computer vision techniques for construction safety and health monitoring. *Advanced Engineering Informatics*, 29(2), 239–251.
- Stam, C., & Does, H. van der. (2017). *Arbeidsongevallen 2017*.
- Tatum, C. B., Vorster, M., & Klingler, M. (2006). Innovations in earthmoving equipment: new forms and their evolution. *Journal of Construction Engineering and Management*, 132(9), 987–997.
- Tiberius, V., & Hirth, S. (2019). Impacts of digitization on auditing: A Delphi study for Germany. *Journal of International Accounting, Auditing and Taxation*, 37, 100288.

Bijlage

1. Interview structuur

1. Voorstellen
 - a. Goedemorgen/middag, ik ben Marijn van Heun een student van Aeres Hogeschool Dronten. Daarnaast ben ik leraar in opleiding bij het Wellantcollege in Houten bij de opleiding Groen, Grond & Infra.
2. Reden van bellen uitleggen
 - a. Ik bel u omdat ik onderzoek aan het doen ben naar de behoefte en vraag van bedrijven naar innovaties uit de grondverzetsector in het onderwijs. Ik doe dit onderzoek als eindscriptie van mijn opleiding in Dronten. Ik heb uw nummer verkregen via het Wellantcollege, omdat u deelneemt aan de Vak Technische Commissie weet ik dat u betrokken bent bij de opleiding.
3. Vragen of het uitkomt, anders afspraak ander poging bepalen.
 - a. Bel ik gelegen?
 - b. Heeft u tijd voor een interview, dit zal ongeveer 20 minuten duren?
 - c. Heeft u eventueel een moment dat beter geschikt is? Dan bel ik u op dat moment terug.
4. Opzet interview uitleggen: 3 rondes: vragen telefonisch > bestand voor feedback > eind document.
 - a. Ik zal nu eerst de opzet van het interview uitleggen, daarna zal ik de inhoud van het onderzoek toelichten. Als u vragen heeft stelt u die dan gerust tussendoor.
 - b. Het interview zal er als volgt uit zien: ik ga u een aantal vragen stellen, daar zullen (in)direct rijtjes met antwoorden uit komen. Voorbeeldje is noem een aantal innovaties. Ik zal uw antwoorden opschrijven en samenvoegen met de ander interviews die ik afneem. Ik zal nog ongeveer 7 andere interviews afnemen. Alle antwoorden samen zet ik in één overzichtelijk document. Deze wil ik u binnen een week opsturen. De vraag is dan of u dat document wil doorkijken, de antwoorden van uw collega's zullen daar ook in staan en daar zullen antwoorden bij staan waar u nog niet aan had gedacht of waar u het juist niet mee eens bent. Mijn vraag aan u is om deze feedback aan mij terug te mailen. Ik zal dan alle feedback verwerken in dat document. Later krijgt u van mij dan het eindresultaat gemaild. Dat document zal ik gebruiken als antwoord op de vragen van mijn scriptie.
 - c. Wilt u mee doen aan dit onderzoek?
5. Uitleg onderzoek: innovaties grondverzet > onderwijs
 - a. Ik doe onderzoek naar innovaties in de grondverzetsector en hoe deze zijn te implementeren in het groene middelbaar beroepsonderwijs. Omdat ik heb gemerkt dat de innovaties zoals GPS en LMB achter blijven in het onderwijs. Ik doe nu onderzoek naar wat bedrijven vinden van de inhoud van het curriculum met betrekking tot de innovaties. Moet dit meer of minder in het onderwijs? Daarvoor ben ik opzoek gegaan naar de meest gebruikte innovaties uit de sector en wat er volgens de kwalificatiedossiers minimaal in het onderwijs moet zijn geïmplementeerd.
6. Ruimte tot nadenken
 - a. Tot zo ver; heeft u nog vragen?
 - b. Dan gaan we nu aan het echte interview beginnen.

- c. Heeft u er bezwaar tegen dat ik dit gedeelte opneem, dit doe ik strikt voor eigen gebruik zodat ik het interview makkelijker kan uitwerken. Als het onderzoek is afgerond zal ik de opnames verwijderen. Gaat u hiermee accoord?
- 7. Interviewvragen stellen:
 - a. Een student die net van de opleiding Groen, Grond & Infra is afgestudeerd moet over verschillende vaardigheden beschikken. Welke vaardigheden moet de gediplomeerde volgens u over beschikken, met betrekking tot innovaties in het grondverzet?
 - i. Denk dan bijvoorbeeld aan GPS of LastMomentBeveiliging systemen.
 - b. Welke lessen dient een onderwijsinstelling te geven met betrekking tot innovaties in het grondverzet naar uw mening?
 - i. Vindt u dat deze lessen een taak van de school is of laat u liever door externe partijen het geschikte personeel opleiden?
 - c. Op welke manier kan het bedrijfsleven een rol spelen in het opleiding van de studenten met betrekking tot deze innovaties?
 - i. De innovaties zijn te duur voor een onderwijsinstelling om aan te schaffen. Ook is het bijvoorbeeld lastig om op een school terrein te werken met een LMB systeem. GPS zijn uiteraard mogelijkheden voor, maar deze systemen zijn te duur om aan te schaffen en vragen uitleg van een specialist.
 - d. Stel dat de onderwijsinstelling een simulator aanschaft, op welk deel van het werken met een kraan moet de aandacht liggen?
 - i. Werken met innovaties of simpel recht kunnen graven?
 - e. Ziet u kansen voor een samenwerking met uw bedrijf?
 - i. Deze vraag alleen stellen aan bedrijfseigenaren of leidinggevende.
- 8. Herhalen uitleg feedback op document
 - a. Dank u wel tot zo ver, dit waren de interview vragen.
 - b. Ik zal uw antwoorden op mijn hoofdvragen verwerken in een document en aan u opsturen. Aan u nogmaals de vraag om feedback te leveren op dit document. Dit hoeft echt geen uren te duren. Een paar minuten van uw tijd moet genoeg zijn.
- 9. Bedanken voor de tijd en afsluiten
 - a. Nogmaals heel erg bedankt voor uw tijd en moeite!
 - b. Ik wens u nog een fijne dag en tot ziens, misschien wel in Houten als we weer een VakTechnischeCommissie bijeenkomst mogen houden.

i.= eventuele toevoeging tijdens interview of notitie voor interviewer.

2. Interview antwoorden

1. Een student die net van de opleiding Groen, Grond & Infra is afgestudeerd moet over verschillende vaardigheden beschikken. Welke vaardigheden moet de gediplomeerde volgens u over beschikken, met betrekking tot innovaties in het grondverzet?

- 1.1. GPS systemen
- 1.2. LMB systemen
- 1.3. Overdrukcabines
- 1.4. Hydraulische werktuigen aankoppelen (sorteerknijper, sloophamer)
- 1.5. Tekening/kaart lezen
- 1.6. Klik-melding op iPad lezen
- 1.7. GPS-stok, inmeten en uitzetten
- 1.8. Nette mailtjes sturen met gegevens van GPS punten of voor facturering.
- 1.9. Kostprijs berekening, leren dat oude machines de winst produceren.
- 1.10. Economisch leren draaien met eco-standen op de kraan

2. Welke lessen dient een onderwijsinstelling te geven met betrekking tot innovaties in het grondverzet naar uw mening?

- 2.1. LMB is te specialistisch, concurrent van de hijskranen, is een echte opleiding, eerst moet blijken hoe goed de student is.
- 2.2. School kan interesse opwekken bij de studenten, let wel op: het is een brede opleiding dus ga er niet te diep op in want dan kunnen sommige studenten de interesse en motivatie verliezen.
- 2.3. School moet interesse wekken, op het bedrijf leren werken met de systemen.
- 2.4. School mag een degelijke basis geven, maar let op: tussen opleiding en daadwerkelijk draaien met kraan met GPS zit 10 jaar.
- 2.5. Beperkt, misschien leren werken met de GPS-stok.
- 2.6. School mag de cursus geven, in samenwerking met het SOMA. Zodat de studenten veilig kunnen draaien met de systemen.

3. Stel dat de onderwijsinstelling een simulator aanschafft, op welk deel van het werken met een kraan moet de aandacht liggen?

- 3.1. Eerst leren graven, techniek komt later
- 3.2. Simpel leren werken met innovaties, maar niet te diep op in gaan bij een algemene opleiding.
- 3.3. Eerste rechte sleuven, wel een beetje laten proeven aan de innovaties. Idee geven dat het er is.
- 3.4. Nette sleuven leren graven en leren werkte met diepte. Als dat goed gaat eerste stapjes met de GPS leren werken.
- 3.5. Eerste jaar leren graven daarna rustig aan de GPS er bij.
- 3.6. Elk bedrijf wil de put ander gegraven hebben, dus op school de techniek leren.
- 3.7. Kraan leren kennen, verschil in brandstofverbruik zien en economisch leren draaien.

4. Op welke manier kan het bedrijfsleven een rol spelen in het opleiding van de studenten met betrekking tot deze innovaties?

- 4.1. Studenten in de vorm van een BPV opdracht laten meekijken is lastig, kost veel tijd en energie waar de student pas later wat aan heeft.
- 4.2. Excursie naar bedrijven waar dergelijke machines staan.
- 4.3. Paar uur laten meelopen met een ervaren machinist. Elk werk is anders daar moet de student mee om kunnen gaan.
- 4.4. Excursie moet net uitkomen, maar een student een dag mee laten lopen moet kunnen.
- 4.5. Studenten moeten zelf de vrijheid nemen om een keer op te stappen in de schaft als het werk dat toelaat.
- 4.6. Er wordt op bouwplaatsen veel van de medewerkers geëist, een student op een kraan laten stappen is dan lastig. Maar er zijn vast wel mogelijkheden te creëren.
- 4.7. BPV opdrachten en studenten individueel begeleiden moet elk leerbedrijf zijn verantwoordelijkheid in nemen en zorgen dat de student wat leert.
- 4.8. Een pool maken van bedrijven en dan als er een bedrijf een geschikte klus heeft alle studenten daar heen sturen. Maar dat vraagt veel van de planning en goede afspraken met bedrijven.

3. Reactie opleidingscoördinator

Innovaties in sector:

1. GPS is grootst gemene deler, studenten moeten systemen kunnen toepassen, niet tekenen daar worden mensen apart voor opgeleid.
2. Veilig graven app, digitale klicmeldingen, wordt in enkele lessen wel gedaan, maar niet alle docenten nemen dat mee, of vertellen dat het er is.
3. Economisch leren draaien, lastig vormgeven in lessen, maar mogelijk in stage opdracht meenemen. Energie transitie meenemen, elektrische (kleine) kranen of waterstof (grotere) kranen, gashandel altijd vol gas?
4. Overdrukcabine: Nooit bij stilgestaan, kan geen kwaad om een keer de goede instructie krijgen. Een keer binnen een les een beetje instructie krijgen is mogelijk, kan een waardevolle aanvulling zijn binnen opleiding.
5. Op school wordt nu alleen gewerkt met een vlak laser, daar kan nog een afschotlaser en rioollaser bij.

Vormgeving lessen,

1. Fysieke en onderwijskundige beperkingen, leidend is kwalificatiedossier, daar staat niks over in. Dus bestuur wil geen geld en ruimte vrijmaken. Hoort bij de machinisten opleiding.
2. GPS basis in de opleiding, werking en toepassing uitleggen.
3. Er is een handheld computer, herkenningpunten markeren. Bv bomen laten markeren.
4. GPS stok, sommige bedrijven hebben een vaste man daarvoor minder kans op fouten. Maar bij praktijkles is het mogelijk om bij te voegen, terwijl er een aantal op de kraan zitten ook een paar studenten met de gps stok laten werken. School ziet het zitten om mee aan de slag te gaan, maar niet bekend om de gps stok op de investeringslijst te zetten. Eerst visueel maken met baak en laser, daarna rustig aan gps er bij voegen.

Simulator

1. Alles kan met de simulator, meerder aan elkaar knopen voor 1 bouwput, iemand graven, iemand dumperen en iemand vlakschuiven met de dozer. Maar ook verticaal transport, gps en verbruiksmeters.
2. Maar handelingsvolgorde: eerst graven dan GPS of andersom wist hij (nog) niet te benoemen.

BPV

1. Veel bedrijven van goede wil maar komt altijd net niet uit.
2. Bpv opdracht niet vast pinnen op datum, binnen dat jaar een keer mee hebben gekeken. Geen mogelijkheden op het bedrijf? Vinden we daar een andere modus in. Bijvoorbeeld een training.
3. Maar een halve dag een keer mee laten kijken met gps kraan moet kunnen? Ja daar ben ik van overtuigd!
4. Bedrijven die het lastig vinden omdat de kraan op een grote klus vinden zullen het winterdag of tegen de zomervakantie ook wel een keer mogelijk kunnen laten maken om op het erf een keer te laten oefenen.
5. Tijdens de schaft laten spelen is te kort, kan de student alleen maar even op een schermpje kijken. Leerbedrijven moeten daar meer tijd voor maken. Is dat reeel? Ja! Aangeven in gestructureerde opdracht aan bedrijf is er veel mogelijk.

6. Voeger LMB wel hijsbewijs in de opleiding bij schaarsbergen, maar A heeft de instelling de mogelijkheden er niet voor en B staat niet meer in het KD.
7. Geen les over LMB maar wel over stroppen en kettingen, onder hoeken. LMB gebeurt niks mee in de opleiding, is echt puur voor de machinisten.
8. LMB is zo specifiek voor een machinist dat hoort niet in de Groen, Grond & infra opleiding thuis
9. Pool is organisatorische uitdaging, studenten hangen dan maar wat rond want er kan maar 1 student te gelijk gaan het werk. Rest zet de omgeving op stelten dat vinden klanten van loonbedrijven minder makkelijk. Hakseltrein is groter, kan je van een afstandje zien, GPS is een klein scherm, individueel is dan beter.