

Waterveldwerk zonder natte voeten

De toepassing van VR in de aardrijkskundeles is niet alleen een praktisch maar ook een didactisch vraagstuk. Hoe zorg je dat er een goede lijn zit in de VR-expeditie? En hoe kun je leerlingen diepgaand inzicht geven in geografische verschijnselen en vraagstukken én virtuele veldwerkvaardigheden laten opdoen?

Leerlingen vinden het vaak lastig zich een beeld te vormen van watersystemen in Nederland. Zo is het rivierensysteem met dijken en uiterwaarden voor pak 'm beet leerlingen in Assen en Eindhoven best moeilijk voor te stellen. Schoolboeken bevatten vaak een schematisch kaartje of doorsnede en een enkele foto, maar daarmee gaat het nog niet leven voor de leerlingen.

Bij de Universiteit Utrecht ontwikkelden we in opdracht van Duurzaam Door enkele VR-veldwerken over watervraagstukken in Nederland en testten die uit in de praktijk. Er zijn nu twee pakketten klaar voor gebruik in de klas: *Ruimte voor de Waal* en *Beekherstel*, voor de bovenbouw havo en vwo. De leerlingen werken in duo's aan opdrachten uit een veldwerkopdrachtenboekje, net zoals bij echt veldonderzoek. Maar nu zitten ze in

de klas, en zetten ze hun bril om de beurt op en af, en leggen elkaar uit wat ze zien.

Ruimte voor de Waal

Dit VR-veldwerk start met een dronebeeld uit 2016, in de eindfase van het project waarbij de Waal bij Nijmegen meer ruimte heeft gekregen om de waterveiligheid te vergroten. Leerlingen zweven een paar honderd meter boven de rivier, wat direct een wow-effect geeft. Ze zien de hoofd- en nevengeul. De nieuwe dijk, nog kaal, is makkelijk te onderscheiden in het landschap. Op sommige plekken zijn graafwerkzaamheden zichtbaar. In het veldwerkopdrachtenboekje wordt de centrale vraag geponeerd: Welke maatregelen zijn hier genomen, en waarom?

Om deze vraag te beantwoorden bestuderen leerlingen een aantal beelden van de oorspronkelijke situatie. Allereerst bekijken ze een beeld dat is genomen vanuit een kijkhut op de winterdijk, 2 kilometer stroomopwaarts van Nijmegen (figuur 1). Het is een schoolvoorbeeld van een bedijkte rivier bij een normale afvoer (2000 m³/s). De leerlingen moeten in het beeld de hoofdgeul, uiterwaard, winterdijk en het binnendijks gebied proberen te herkennen. De uiterwaard is hier breed, en de winterdijk aan de overzijde van de rivier is in het 360 gradenbeeld in de verte nog maar net zichtbaar.

Daarna bekijken ze een beeld dat op precies dezelfde plek is genomen, maar dan bij hoogwater (afvoer 8000 m³/s). De uiter-

Figuur 1: Screenshots uit de VR-expeditie *Ruimte voor de Waal*, met de bedijkte rivier bij normale afvoer (links) en hoge afvoer (rechts)



waarden staan nu grotendeels onder water. In het beeld staat aangegeven dat bij een extreem hoge afvoer (16.000 m³/s) het water tot aan de rand van de dijk staat.

Vervolgens 'vliegen' de leerlingen naar Nijmegen, en zien ze de Waalkade vanaf een schip. Ook werpen ze een blik op de dijk bij Lent aan de overzijde van de rivier. Ze komen erachter dat er aan de Nijmeegse kant geen uiterwaard is, en dat de uiterwaard aan de Lentse zijde zeer smal is. In het beeld van de Waalkade hebben we een staatje geplakt met de waterstanden bij verschillende afvoeren (figuur 2). Leerlingen zien dat het water bij een extreem hoge afvoer (16.000 m³/s) over de kade zal stromen.

In de volgende opdracht vergelijken leerlingen de twee locaties en tekenen in het veldwerkopdrachtenboekje (figuur 3) horizontale lijnen in schematische dwarsprofielen die de waterstanden bij normale, hoge en extreem hoge afvoer aangeven. Als ze de twee dwarsprofielen vergelijken, valt op dat het doorstroomde oppervlak bij Nijmegen veel kleiner is dan bij de kijkhut stroomopwaarts. Daaruit kunnen de leerlingen concluderen dat de bottleneck leidt tot opstuwung en overstromingsgevaar.

In de volgende opdrachten vergelijken de leerlingen beelden die zijn genomen op de dijk bij Lent op een aantal momenten: vóór en na de uitvoering van het Ruimte voor de Waal-project. Ze zien dat er een nevengeul is gegraven en dat er een nieuwe winterdijk is aangelegd. In een dwarsprofiel moeten de leerlingen de aanpassingen intekenen, en laten zien wat het effect is op de waterstand bij een extreem hoge afvoer.

Tot slot bekijken ze een dronebeeld van de situatie in de zomer van 2018. De werkzaamheden zijn inmiddels afgerond. Nu is duidelijk zichtbaar wat de bedoeling is van de nevengeul en waar de inlaat zich bevindt. Ook komen ze erachter dat het project niet alleen bedoeld is om de overstromingsrisico's te verminderen. Er zijn recreatievaartuigen te zien in de nevengeul en badgasten op de strandjes. In de verte ligt een festivalterrein en in de nieuw ontstane natuur zijn wandelpaden aangelegd. Nijmegen heeft een aantrekkelijk rivierfront gekregen.

Beekherstel

In dit VR-veldwerk buigen leerlingen zich over het herstel van de Slingebeek in de Achterhoek. In het verleden is de beek grotendeels rechtgetrokken, maar op een aantal plekken worden nu beekherstelwerkzaamheden uitgevoerd. Leerlingen komen erachter wat beekherstel inhoudt en kunnen zich daarover een mening vormen. Om ze te laten nadenken over de verschillende belangen die meespelen, moeten ze zich verplaatsen in het perspectief van een natuurbeheerder, een boerin in de middenloop, een boer in de bovenloop en een inwoner van Doetinchem in de benedenloop.

De expeditie begint met een beeld van een rechtgetrokken beek in de middenloop, waar graafmachines aan het werk zijn. In het beeld hebben we een plaatje geplakt met een bord waarop staat dat Waterschap Rijn & IJssel de beek hier herstelt. Vervolgens bezoeken ze een locatie waar de beek nooit is rechtgetrokken.

Figuur 2: Screenshot uit de VR-expeditie *Ruimte voor de Waal*, van de Waalkade bij Nijmegen bij normale afvoer.



Figuur 3: Opdracht in het veldwerkopdrachtenboekje

Opdracht 3

Teken in de onderstaande dwarsprofielen drie horizontale lijnen die de waterstand weergeven:

- bij normale afvoer (2.000 m³/s)
- bij hoge afvoer (8.000 m³/s)
- bij extreem hoge afvoer (16.000 m³/s)

Veldwerklocaties, getekend op een kaart uit 2012.

Het beeld toont een vrij meanderende beek met verschillen in stroomsnelheid, flauwe oevers in de binnenbocht en een klifje in de buitenbocht. Leerlingen moeten beoordelen hoe geschikt de beek hier is voor de ijsvogel, beekprik (een zeldzame vis) en bruine kikker. Als ze goed kijken, zien ze dat deze omgeving voldoet aan de eisen die deze soorten stellen aan hun habitat. Daarna bezoeken de leerlingen een plek waar de beek in de jaren 1960 is rechtgetrokken. Er zijn geen takken waarop ijsvogels kunnen zitten of kliffen waarin ze nesten kunnen bouwen. De oevers zijn te monotoon en steil voor bruine kikkers, en een stuw vormt een barrière voor migratie van de beekprik. Door de landbouw in de omgeving is de waterkwaliteit slecht en hebben algen de waterplanten verdrongen. In het beeld is een boerin te zien die in een tekstwolkje uitlegt dat haar land minder drassig

Figuur 4: Screenshot uit de VR-expeditie *Beekherstel*, met de bovenloop van de beek in de droge zomer van 2018.



is sinds de beek is rechtgetrokken. Ze is blij dat ze nu al eerder in het voorjaar met de trekker het land op kan. De volgende locatie is in de bovenloop. Leerlingen zien dat de rechtgetrokken beek in de droge zomer van 2018 is drooggevallen (figuur 4) en komen erachter dat het rechte trekken van de beek bij droog weer nadelig uitpakt voor de natuur en landbouw in de bovenloop, omdat het water sneller wordt afgevoerd. Daarna bezoeken ze een locatie in de benedenloop, waar ze huizen vlak bij de beek zien staan. Een bewoner vertelt via een tekstwolkje over de natte winter van 2001 toen de beek buiten haar oevers trad. Ook dit is een gevolg van het rechte trekken van de beek: het water komt nu sneller in de benedenloop terecht. Tot slot bezoeken leerlingen een plek waar de beek onlangs is hersteld, een nieuw ingericht retentiegebied voor de tijdelijke opvang van water, en een vistrap. De leerlingen evalueren wat de effecten zijn voor de natuur, boeren en omwonenden, en bespreken dit met elkaar.

Ontwikkeltraject

Het ontwikkelen van de twee virtuele veldwerken was uitdagend én leerzaam. Alles bij elkaar besloeg het vier cycli van ontwerpen, uittesten en evalueren. De eerste versie van de VR-expedities is voorgelegd aan vier vakdidactici. Na aanpassing op basis van de feedback zijn de expedities voorgelegd aan zes docenten. De derde versie is uitgetest in workshops met docenten tijdens twee nascholingscursussen. Tot slot is de vierde versie uitgetest met leerlingen van bovenbouwklassen van het Amstelveen College,

Figuur 5: Overzichtsk kaart van de veldwerklocaties in de VR-expeditie *Beekherstel*



in een realistische klassensituatie. Wat hebben we geleerd van het ontwikkeltraject?

Centrale vraag

Tijdens de gesprekken met vakdidactici werd duidelijk dat een VR-veldwerk voor de bovenbouw meer moet doen dan alleen concepten uit het tekstboek concreetiseren. Het veldwerk moet leerlingen inzicht geven in de achtergrond en oplossingen voor een inrichtingsvraagstuk. Het werkt het best als leerlingen in tweetallen met de opdrachten aan de slag gaan. Elk duo krijgt één bril. De ene leerling legt daarbij aan de ander uit wat hij of zij ziet in de beelden. Dit didactisch model sluit aan bij sociaal-constructivistische leertheorieën. Volgens Vygotsky leren leerlingen het best als ze kennis actief construeren in interactie met elkaar. Vakdidactici adviseerden ons daarnaast te beginnen met een beeld dat de aandacht van leerlingen trekt, een beeld dat hen verwondert en vragen bij ze oproept. Dit kan een mooi beeld zijn of juist een beeld dat een probleem laat zien. Daarna kan de centrale vraag worden gesteld.

Kaarten

Het is belangrijk dat leerlingen overzicht krijgen van het gebied waar ze hun virtueel veldwerk uitvoeren. In eerste instantie probeerden we daarom een overzichtsbeeld op te nemen in de tour (gemaakt in *Google Earth*), waarbij het lijkt alsof je vanuit een vliegtuig of satelliet naar het veldwerkgebied onder je kijkt. Uiteindelijk bleek het beter een topografische overzichtskaart op te nemen in het veldwerkopdrachtenboekje (figuur 5). Leerlingen kunnen dan hun VR-bril afzetten en de kaart erbij pakken wanneer het nodig is. Voor expedities in de vorm van een docentgestuurde VR-excursie (zie pag. 10) is zo'n overzichtsbeeld in de tour zelf wel waardevol, omdat leerlingen dan de hele excursie hun bril op houden.

Opbouw

Qua opbouw konden we kiezen voor een ruimtelijke structuur (van bovenstrooms naar benedenstrooms), een chronologische (van vroeger naar nu), een causale (van oorzaak naar gevolg) en een probleem-oplossing-structuur (van probleem via oplossingsmogelijkheden naar een gekozen oplossingsrichting). Uiteindelijk gingen we voor een hoofdstructuur waarbij leerlingen eerst het probleem bestuderen en daarna de oplossing, met daarbinnen af en toe ruimtelijke en chronologische opeenvolgingen. Dit bleek goed te werken. De docenten die de vierde versie van het ontwerp in de klas uittestten, vonden de VR-expedities logisch gestructureerd.

Veldwerkactiviteiten

Zowel vakdidactici als docenten gaven aan dat het belangrijk is de deelvragen in het veldwerkopdrachtenboekje zo te formuleren dat leerlingen gericht gaan observeren. Afhankelijk van de veronderstelde voorkennis van leerlingen kun je de vragen inductief of deductief opzetten. Bijvoorbeeld: Punt 1 laat de hoofdgeul

zien en punt 2 de nevengeul. Noem drie verschillen tussen de hoofd- en nevengeul (inductief). En: Kijk in het beeld. Welke maatregel is er genomen om te zorgen dat vissen kunnen migreren tussen bovenloop en benedenloop? (deductief). We kregen ook allerlei suggesties om leerlingen activiteiten te laten ondernemen die verder gaan dan alleen beelden bekijken en beschrijvende en verklarende vragen beantwoorden. Denk aan het matchen van punten in het beeld met concepten, dwarsprofielen tekenen, en evalueren of een locatie voldoet aan de eisen van een plant- of diersoort.

In een VR-veldonderzoek kunnen leerlingen geen interviews afnemen. Daarom hadden we aanvankelijk *pop-ups* met tekstballonnetjes opgenomen bij personen in het beeld. Als leerlingen hierop klikken, zien ze een tekstwolkje waarin die persoon iets uitlegt of een mening geeft. Docenten vonden dit een waardevolle aanvulling. In de test bleken de *pop-ups* echter technische problemen te geven. Leerlingen konden ze niet openen als er ergens anders in het beeld nog een andere *pop-up* open stond. Daarom hebben we de tekstwolkjes uiteindelijk in het beeld zelf geplakt, zodat ze direct zichtbaar zijn (figuur 4).

Geografisch denken

Om hogere-orde-denkvaardigheden te stimuleren hebben we opdrachten opgenomen waarin leerlingen analyses uitvoeren en de effecten van maatregelen evalueren. We hebben niet expliciet gestuurd op het opnemen van geografische werkwijzen in de VR-expeditie. Op basis van suggesties van vakdidactici en docenten voor veldwerkactiviteiten werd de expeditie wel steeds geografischer. In de definitieve versie komen alle geografische werkwijzen aan bod (figuur 6).

Beeldmateriaal

De VR-expedities zijn gemaakt met de *VR Tour Creator* (zie pag. 7). De helft van de beelden komen uit *Streetview*. Daarnaast zijn voor *Ruimte voor de Waal* beelden gebruikt die fotograaf Thea van den Heuvel beschikbaar heeft gesteld. We hebben ook zelf foto's gemaakt met een 360 graden-camera. Dat was af en toe best een uitdaging. De belichting moet goed zijn én alle gewenste inhoud moet in beeld zijn. Zorg dat er iets interessants op de voorgrond zichtbaar is, want dat geeft leerlingen het gevoel dat ze echt op die locatie aanwezig zijn.

Eerste ervaringen

Ruimte voor de Waal is uitgetest in een vwo-4-klas en *Beekherstel* in een havo-4-klas. De expedities namen ieder een volledig klokk uur in beslag, inclusief het opstarten en nabespreken. Omdat leerlingen voor het eerst met VR werkten, hebben we instructie gegeven in het opstarten van de VR-expeditie en het navigeren van beeld naar beeld. In de nabespreking hebben we de 360-graden-beelden in *Google Poly* getoond op het digiboard en de bijbehorende opdrachten besproken met de leerlingen.

In de vwo-klas verliep de expeditie zoals gepland. De leerlingen waren betrokken bij de opdracht. Soms klonk door de klas 'Daar

Figuur 6: Geografische werkwijzen in de twee virtuele waterexpedities

	<i>Ruimte voor de Waal</i>	<i>Beekherstel</i>
1A Verschijnselen in de ruimte vergelijken	Vergelijken van een doorsnede (2 km) stroomopwaarts van Nijmegen met een doorsnede bij Nijmegen (flessenhals)	Vergelijken van de boven-, midden- en benedenloop
1B Verschijnselen in de tijd vergelijken	Vergelijken situatie tijdens normale en hoge afvoer. Vergelijken situatie voor, tijdens en na afloop van het project	Vergelijken van een natuurlijke, rechtgetrokken en herstelde beek
2A Relaties binnen een gebied bestuderen (verticale relaties)	Bestuderen van relatie tussen doorstroomprofiel en opstuwing Bestuderen van effect van maatregelen op overstromingsrisico en recreatiemogelijkheden	Bestuderen van effect van waterkundige maatregelen op het watersysteem, de natuurwaarde, landbouwmogelijkheden en waterveiligheid
2B Relaties tussen gebieden bestuderen (horizontale relaties)		Bestuderen van effect van waterkundige maatregelen in de middenloop op de boven- en benedenloop
3 Verschijnselen vanuit meerdere dimensies bestuderen		Bestuderen van de belangen van natuur, economie (landbouw) en sociaal systeem (waterveiligheid)
4 Verschijnselen in de geografische context plaatsen		Beschouwen van beleid voor het hele stroomgebied en voor de beek in boven-, midden- en benedenloop
5 Wisselen van schaalniveau	Bestuderen van het hele projectgebied en inzoomen op locaties binnen het gebied	
6 Het algemene en het bijzondere bestuderen	Bestuderen van het functioneren van het systeem bij normale en extreem hoge afvoer	Bestuderen van het functioneren van het systeem bij normaal en bij extreem nat en droog weer

zal de boer wel van balen' of 'Dan gaat de ijsvogel weg!'. Tijdens de nabespreking bleek dat de leerlingen vrij eenvoudig goede antwoorden hadden gevonden. Docenten vonden de expeditie dan ook geschikter voor een havo- klas. Voor vwo zou het uitdagender kunnen door nog meer evaluerende en probleemoplossende vragen op te nemen.

In de havo-klas was er meer onrust tijdens de uitvoering, en deed een aantal leerlingen maar een deel van de les actief mee. Dat kan liggen aan het tijdstip van de les, aan het einde van de dag. Volgens de docent waren de leerlingen niet minder betrokken dan normaal. De nabespreking bleek wel essentieel voor het leerproces, omdat lang niet alle leerlingen goede antwoorden hadden gevonden. •

Zowel leerlingen als docenten vonden de VR-expedities een waardevolle en leuke manier om iets te leren over watervraagstukken. De expedities moeten nog uitgebreider getest worden om te kijken hoe leerprocessen precies verlopen, en om te onderzoeken wat het leereffect is. Hiervoor zijn we op zoek naar docenten die VR-expedities willen uittesten in de klas. Geïnteresseerd? Neem dan contact op met Tim Favier (t.t.favier@uu.nl).

BRONNEN: ZIE WWW.GEOGRAFIE.NL