

Aardbevingen

Auteur: Elisa Streuve, Sarah Duthoit & Leslie D'Hondt

Probleemstelling: Welke constructies zijn het best bestand tegen aardbevingen?

Duur van de STEM-activiteit:

Leeftijdsgroep: 3de graad BaO

ONTWIKKELINGSDOELEN EN EINDTERMEN

Natuur en techniek

- 1.1. Leerlingen kunnen gericht waarnemen met alle zintuigen en kunnen waarnemingen op een systematische wijze noteren.
- 2.9. Leerlingen kunnen een probleem, ontstaan vanuit een behoefte, technisch oplossen door verschillende stappen van een technisch proces te doorlopen.
- 2.10. Leerlingen kunnen bepalen aan welke vereisten het technisch systeem dat ze willen gebruiken of realiseren, moet voldoen.
- 2.11. Leerlingen kunnen ideeën genereren voor een ontwerp van een technisch systeem.
- 2.12. Leerlingen kunnen keuzen maken bij het gebruiken of realiseren van een technisch systeem, rekening houdend met de behoefte, met de vereisten en met de beschikbare hulpmiddelen.
- 2.17. Leerlingen kunnen illustreren dat techniek en samenleving elkaar beïnvloeden.

1

Wiskunde

- 2.1. Leerlingen kennen de belangrijkste grootheden en maateenheden met betrekking tot lengte, oppervlakte, inhoud, gewicht (massa), tijd, snelheid, temperatuur en hoekgrootte en ze kunnen daarbij de relatie leggen tussen de grootte en de maateenheid.
- 2.2. Leerlingen kennen de symbolen, notatiewijzen en conventies bij de gebruikelijke maateenheden en kunnen meetresultaten op veelzijdige wijze noteren en op verschillende wijze groeperen.
- 4.2. Leerlingen zijn in staat om de geleerde begrippen, inzichten, procedures, met betrekking tot getallen, meten en meetkunde, zoals in de respectievelijke eindtermen vermeld, efficiënt te hanteren in betekenisvolle toepassingssituaties, zowel binnen als buiten de klas.

VERANTWOORDING S T E M

S (wetenschappen):

Bij deze activiteit onderzoeken de leerlingen de variabelen die invloed hebben op de stevigheid van een constructie: breedte van de basis, driehoeksconstructies en symmetrie.

Tijdens dit proces komt ook de aandacht te liggen op onderzoeksvaardigheden zoals het verzamelen van betrouwbare gegevens.

T (techniek):

De leerlingen ontwerpen een gebouw dat in grote mate bestand is tegen de impact van een aardbeving.

E (engineering):

Op basis van hun onderzoeksresultaten sturen de leerlingen het ontwerp van hun constructie bij.

Wanneer ze de drie belangrijkste variabelen geïdentificeerd hebben, gaan ze deze toepassen en de stevigst mogelijke constructie bouwen. De gemaakte constructies worden telkens uitgetest, de zwaktes en sterktes geanalyseerd en op basis van de resultaten wordt de constructie bijgestuurd, terug getest enz.

M (wiskunde):

Bij de activiteiten meten de leerlingen de hoogte van de verdiepingen van gebouwen, meten ze de tijd op (hoelang blijft het gebouw rechtop staan), berekenen ze bij herhaalde metingen de gemiddelde tijd en vullen ze zandzakjes met een zelfde hoeveelheid zand.

De leerlingen leggen hun metingen gestructureerd vast.

ORGANISATIE

Groeperingsvorm: 2 tot 4 leerlingen per groep

2

Thema's: Aardbevingen (bv. naar aanleiding van gebeurtenissen in de actualiteit)

Zware aardbevingen brengen veel materiële schade toe aan gebouwen. Kan de manier waarop we bouwen een invloed hebben op de bestendigheid van constructies tegen deze natuurkracht?

Bij deze activiteit gaan kinderen op zoek naar de factoren die bepalen in welke mate een gebouw opgewassen is tegen de kracht van aardbevingen. Belangrijke aandachtspunten in het onderzoek zullen hierbij zijn: de oppervlakte van de basis van het gebouw, de mate van symmetrie in de constructie en het gebruik van driehoeksconstructies. Om een aardbevingsbestendig gebouw te ontwerpen zullen de leerlingen antwoorden moeten vinden op onderstaande onderzoeksvragen:

- Is een gebouw met een brede basis beter bestand tegen aardbevingen dan een gebouw met een smalle basis?
- Is een asymmetrisch gebouw beter bestand tegen aardbevingen dan een symmetrisch gebouw?
- Welke vormen in een constructie maken een gebouw steviger en bijgevolg beter bestand tegen aardbevingen?
- ...

Afhankelijk van de tijd kan de focus op één, twee of drie variabelen komen te liggen.

Wanneer ze bepaald hebben hoe deze factoren de stevigheid van de constructie beïnvloeden, maken ze een prototype van een gebouw dat bestand is tegen zware aardbevingen. Ook dit prototype

kunnen ze terug testen (a.d.h.v. een *shake table* (trilplaat)) en vervolgens bijsturen waar nodig op basis van hun bevindingen.

Materialen:

- Shake table (trilplaat)

Op internet zijn verschillende stappenplan terug te vinden over het bouwen van een shake table. Hier kan echter ook een STEM-activiteit aan gekoppeld worden waarbij leerlingen worden uitgedaagd om zelf een shake table te ontwerpen en te bouwen, gebaseerd op enkele criteria (bv. elke nagebootste aardbeving moet even krachtig zijn).

Inspiratie shake table: <https://www.youtube.com/watch?v=6HgxiYBkh3U>, <https://nees.org/resources/2938>, <https://www.youtube.com/watch?v=AbUIbH-Als>

- Satéstokjes
- Elastiekjes (ook andere verbindingsmaterialen zijn mogelijk: plasticine, touw, ...)
- Zand
- Diepvrieszakjes
- Weegschaal (afwegen zandzakjes - eerlijk onderzoek: zelfde gewicht)
- ...

Aandachtspunten:

- Stel samen met de leerlingen criteria op, bv. het gebouw heeft drie verdiepingen, elke verdieping is 20 cm hoog.
- Bevestig de constructie stevig op de trilplaat. Gebruik bv. plakband.
- Boven op de constructie komen gewichten te liggen (zakjes met zand). Gebruik eventueel een stuk karton om de gewichten vlot op de constructie te plaatsen.

DIDACTIEK (HANDLEIDING VOOR DE LEERKRACHT)



Betekenisvolle contexten:

Elke elf seconden doet er zich ergens op de wereld een aardbeving voor. De meeste aardbevingen zijn niet voelbaar. Jaarlijks zijn er wereldwijd gemiddeld 17 zware aardbevingen. Wanneer deze zich voordoen in oceanen of in afgelegen gebieden halen ze zelden de actualiteit. Een aantal doen zich voor in dicht bevolkte gebieden en richten veel schade aan. Via het journaal, kranten, hulpacties, ... komen de gevolgen van deze aardbevingen de leefwereld van kinderen binnen. Deze gebeurtenissen roepen vragen op bij leerlingen: Hoe ontstaan deze aardbevingen? Hoe kon de schade aan gebouwen voorkomen worden? Enz.

Het is ook mogelijk meer leraargestuurd te werken en zelf een context te creëren. Wanneer in de klas gewerkt wordt rond gebergten, aardbevingen, ... kan een goed gekozen verhaal of filmpje (bv. https://www.youtube.com/watch?v=X_A3Mpah7yQ 0:00-0:53) de trigger zijn om leerlingen kritisch te laten nadenken over de mogelijkheid tot het bouwen van een huis dat bestand is tegen aardbevingen.



Denk- en doevragen:

→ Vanuit de betekenisvolle context staat volgende probleemstelling centraal:

Welke constructies zijn het best bestand tegen aardbevingen?

Bij deze activiteit zet je de leerlingen dus aan om een gebouw te ontwerpen dat in grote mate bestand is tegen aardbevingen. Ze gaan daarbij op zoek naar stevige constructies en naar wat een constructie stevig maakt.

Als leraar stel je vragen om de leerlingen aan het denken en handelen te zetten in functie van de probleemstelling. Je zet hen aan tot het zoeken naar oplossingen. Dit kan op 2 manieren verlopen:

I. Gekoppelde onderzoek- en ontwerpfase

Het is mogelijk de leerlingen onmiddellijk een eerste model te laten bouwen in kleine groep. Deze constructie zal waarschijnlijk hoofdzakelijk uit kubussen/rechthoeken bestaan en bijgevolg niet stevig zijn. Het model kan getest worden op de shake table, waarna de leerlingen vanuit hun bevindingen hun ontwerp kunnen verbeteren (zie systematisch onderzoeken).

Doorheen de activiteit stel je als leraar allerlei vragen om het ontwerp/onderzoekproces te begeleiden van de groepjes. Voorbeelden van vragen zijn:

- *Wat was het probleem?*
- *Wat doe je? Waarom?*
- *Hoe komt het dat het niet lukt?*
- *Welk materiaal kan je nog gebruiken?*
- ...

Deze vragen kan je concreter maken op basis van wat er gebeurt tijdens de activiteit. Bepaalde leerlingen zullen nood hebben aan concretere vragen zoals:

- *Wat zijn de stevigste delen van je gebouw? En de zwakste delen van je gebouw?*
- *Hoe zou je de zwakke delen in je constructie kunnen verstevigen?*
- *Wat zouden we kunnen aanpassen zodat de constructie steviger wordt?*
- *Zou een bredere basis de constructie steviger maken? Waarom wel/niet?*
- *Hoe komt het dat de constructie niet overeind blijft?*
- ...

Ook tijdens het testen dat klassikaal gebeurt, stel je vragen. Voorbeelden:

- *Wat zie je? Wat gebeurt er?*
- *De constructie van groep A stortte niet in/bleef langer recht. Hoe komt dat?*
- *Waarin verschillen de constructies van elkaar?*
- *Hoe zouden we de constructies kunnen aanpassen zodat ze nog langer rechtop blijft staan?*

De leerlingen passen in dit geval hun constructie gaande weg aan en bouwen van hieruit inzichten op rond stevige constructies.

II. Gescheiden onderzoek- en ontwerpfase

De leefomgeving van de leerlingen kent geen zware aardbevingen. De gebouwen in hun omgeving zijn niet aardbevingbestendig ontworpen. Wat ze wel terugvinden zijn hoge of grote constructies. Ook die moeten stevig zijn.

Je kan er voor kiezen om de leerlingen in de aanloop naar hun ontwerp eerst een vooronderzoek te laten uitvoeren, zodat ze tot eerste ideeën, een planning, ... komen om hun ontwerp vorm te geven. Volgende vragen kan je als leraar stellen om de leerlingen hierover te laten nadenken:

- *Welke voorbeelden van gebouwen uit hun eigen leefomgeving kennen ze (bv. kerken, hoogspanningsmasten, sporthal, ...)?*
- *Wat valt op als ze kijken naar de bouwwijze? Komt er een patroon terug?*
- *Welke principes passen leerlingen zelf toe als ze een kamp bouwen?*
- *Welke factoren hebben een invloed op de stevigheid van een gebouw?*

De leerlingen kunnen hierbij de buitenomgeving verkennen, opzoeken in boeken, op internet, ...

Het is ook mogelijk om de leerlingen vooraleer een ontwerp te laten bedenken, de verschillende parameters (basis, symmetrie, vorm, ...) die mogelijks een invloed hebben op de stevigheid te laten onderzoeken. Op die manier ontstaan deelonderzoekjes over volgende onderzoeksvragen:

- Is een gebouw met een brede basis beter bestand tegen aardbevingen dan een gebouw met een smalle basis?
- Is een asymmetrisch gebouw beter bestand tegen aardbevingen dan een symmetrisch gebouw?
- Welke vormen in een constructie maken een gebouw steviger en bijgevolg beter bestand tegen aardbevingen?
- ...

De verworven kennis kunnen de leerlingen dan toepassen in het ontwerpen en bouwen van hun aardbevingsbestendige constructie als antwoord op de centrale probleemstelling. Dit verloopt dan verder zoals bij *I. Gekoppelde onderzoek- en ontwerpfase*.



Systematisch onderzoeken:

Om tot betrouwbare resultaten te komen over welke constructies bestand zijn tegen aardbevingen, is het belangrijk dat de leerlingen systematisch te werk gaan. Telkens de leerlingen een constructie hebben gemaakt, wordt deze getest. Dit kan aan de hand van een shake table, typerend voor aardbevingen zijn immers trillingen.

De leerlingen moeten hierbij nadenken over hun manier van testen: Zo moet elke aardbeving die wordt nagebootst even sterk zijn en even lang duren (bv. 10 seconden). Wanneer de shake table wordt aangedreven met een motor, vormt dit meestal geen probleem. Wanneer de leerlingen zelf de shake table in beweging brengen, is het belangrijk dat dit telkens met dezelfde kracht en in dezelfde richting gebeurt. Ook de hoogte van het gebouw en de hoogtes van de verdiepingen worden op voorhand bepaald zodat deze factoren het resultaat niet kunnen beïnvloeden. Er kan ook gedacht worden aan het gewicht van de constructies.

Hoe ga je meten? Hoe zorg je ervoor dat de metingen onder de zelfde omstandigheden gebeuren? Wat heb je nodig om te meten?

Wanneer leerlingen de impact van een parameter gaan bepalen, zoals bijvoorbeeld de breedte van de basis, is het belangrijk dat zij enkel die variabele variëren. Wanneer de ervaring van de leerlingen beperkt is m.b.t. systematisch onderzoeken dan is de kans groot dat zij meerdere parameters tegelijkertijd veranderen (bv. de basis verbreden en driehoeksverbindingen aanbrengen). Stimuleer hen om kritisch na te denken over wat ze waarnemen en hoe ze dit kunnen verklaren.

Wat zie je? Hoe komt dat? Is de verandering het gevolg van de bredere basis of van de driehoeksverbindingen? Hoe kunnen ze met zekerheid hierop een antwoord vinden? Hoe weet je straks waardoor het verschil komt?

Op basis van de bevindingen vanuit de testen kan ieder groepje telkens gericht zijn ontwerp bijsturen. Dit kan meermaals herhaald worden, waardoor de leerlingen systematisch te werk gaan om hun ontwerp vorm te geven en antwoorden te vinden op de probleemstelling.

Nog belangrijk in het kader van systematisch onderzoeken is het rapporteren van bevindingen. *Waar schrijf je de meetresultaten neer? Hoe zorg je ervoor dat je straks de resultaten nog snapt?*



Reflectie en interactie:

Het werken in groepjes maakt dat leerlingen met elkaar in dialoog gaan over het onderzoek dat ze opzetten en het ontwerp dat ze maken. De vragen die gesteld worden door de leraar stimuleren het samen zoeken naar oplossingen en zet aan tot het verwoorden van ideeën, bevindingen, ... Leerlingen kunnen zich op die manier bewust worden van hun denken en handelen.

Door tussentijds en op het einde de ontwerpen van de leerlingen met elkaar te vergelijken ontstaat ook interactie en reflectie op niveau van de volledige klasgroep. Leerlingen kunnen verwoorden hoe ze tot een bepaald ontwerp gekomen zijn, wat ze geleerd hebben tijdens dit proces, hoe ze hun eigen ontwerp beoordelen, waarom het ontwerp van groep x het stevigste ontwerp is, ...

Streuve, E., Duthoit, S., D'Hondt, L. (2016) *Aardbevingen*. Via Onderzoeksreflector:
www.onderzoekendleren.be