



 Port of Rotterdam

PROJECTORGANISATIE
MAASVLAKTE 2

SOOW
O&O FONDS WATERBOUW

Lesbrief

Onderbouw voortgezet onderwijs - HAVO
SERIE: WATERBOUW
TITEL: Dijken bouwen
Opdrachten

DIJKEN BOUWEN

OPDRACHT 1 - EEN DIJK VAN EEN GESCHIEDENIS

De haven van Rotterdam wordt te klein, omdat we steeds meer goederen bestellen uit verre landen, zoals China. Daarom komt er een nieuw stuk haven: Maasvlakte 2. Maasvlakte 2 is gemaakt van zand dat iets meer dan tien kilometer uit de kust is opgezogen door 'sleeppopper-zuigers'. Die schepen voeren naar Maasvlakte 2 en spotten het zand op de juiste plek. Maasvlakte 2 grenst aan de bestaande Rotterdamse haven. De mensen die dit werk doen noemen we 'waterbouwers'.

Van ijs tot water

Tijdens de aanleg van Maasvlakte 2 zijn sporen en resten gevonden van meer dan 30.000 jaar geleden. Toen zag het landschap er hier heel anders uit.



Mammoetsteppe, het landschap in het Noordzeegebied, 45.000 jaar geleden (illustratie: Remie Bakker, Manimal Works)

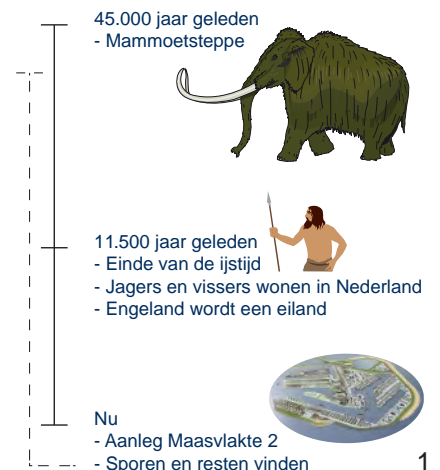
Ongeveer 11.500 jaar geleden kwam er een einde aan de laatste grote ijstijd.

1. Wat is een andere naam voor 'ijstijd'? _____

Engeland zat toen nog aan het Europese vasteland vast. De temperatuur begon te stijgen en het ijs begon te smelten. De zeespiegel steeg. Engeland werd een eiland. Jagers en vissers vestigden zich in Nederland.

2. Welk geologisch tijdvak brak 11.500 jaar geleden aan?

- Krijt
- Jura
- Holoceen
- Pleistoceen





Land of zee?

Vanaf dat moment begon de zee over grote delen van ons land te spoelen. Duizenden jaren gingen voorbij.

Grote delen van ons land – in het noorden, westen en zuidwesten – hebben we zelf ‘gemaakt’. Al in de Middeleeuwen werden er steeds kleine stukjes land van de zee afgepakt. Een dijk eromheen en klaar! Die stukjes land werden groter en groter. Meren en plassen werden droog gelegd. De Beemster in Noord-Holland, is in 1612 aangelegd en een goed voorbeeld van ‘gemaakt land’.

Voorbeelden van nieuw land uit de 20e eeuw zijn de Flevopolders (klaar in 1968) en de Maasvlakte (klaar in 1973). In 2008 is de aanleg van Maasvlakte 2 gestart. Maasvlakte 2 is een bijzonder en groot project, maar het is zeker niet de eerste keer dat Nederlanders land maken.

Om Nederland tegen de zee te beschermen bouwden mensen dijken. Nederlanders zijn wereldberoemd om hun dijkenbouw.

3. Welke bekende dijk ligt tussen Noord-Holland en Friesland? Deze dijk was klaar in 1932 en is wel 30 kilometer lang. Kijk in de atlas als je het niet weet.



Start aanleg Maasvlakte 2

4. Zet de volgende gebeurtenissen in de goede volgorde:

- * Aanleg van de Flevopolders.
- * Aanleg van Maasvlakte 2.
- * Drooglegging van de Beemster.
- * Landaanwinning in de Middeleeuwen.
- * Aanleg van de Maasvlakte.
- * Afsluitdijk klaar voor gebruik.



Europoort, Maasvlakte en Maasvlakte 2

Een groot deel van Nederland ligt lager dan de zee.
Zonder dijken zou dat deel van Nederland onder water staan.
Dijken zijn dus belangrijk voor Nederland.
Gebruik de kaart hieronder.

5. Kleur het gebied ten westen en ten noorden van de stippellijn blauw.
6. Kleur de rest van Nederland geel.

Het blauwe deel van Nederland zou
overstromen zonder zeedijken.
Althans, bijna helemaal.
Alleen op sommige duinen en
Waddeneilanden hou je dan
nog net droge voeten.
En ook op Maasvlakte 2 hou
je het droog, want
Maasvlakte 2 wordt hoger
dan de zeespiegel.



Waterkeringen in Nederland

Nederland vecht tegen water. We moeten altijd oppassen
voor overstromingen. Tijdens een grote storm in 1953
braken dijken in Zeeland, Zuid-Holland en Noord-Brabant
en het zeewater stroomde over het land.

1835 mensen verdronken. Dat mag nooit meer gebeuren en daarom zijn de Deltawerken gemaakt.
Dat zijn stuwen, dammen en dijken, die Nederland moeten beschermen tegen het water.
Duinen, dijken, stuwen en dammen noemen we 'waterkeringen'.
De Deltawerken zijn wereldberoemd.

Je kunt een kijkje nemen bij bijvoorbeeld de Maeslantkering:

http://www.deltaworks.org/virtualdata/maeslant/index_maeslant_wide.html

of de Oosterscheldekering: http://www.deltaworks.org/virtualdata/oosterschelde/index_oosterschelde_wide.html

7. Zoek op in de atlas of op internet waar deze twee Stormvloedkeringen liggen en zet twee cirkels op de kaart hierboven.

De watersnoodramp van 1953 had nog veel erger kunnen aflopen. Als nog meer dijken in Zuid-Holland waren doorgebroken. Veel dijken hielden het net. Achter deze dijken, in de buurt van de Hollandse IJssel, ligt het laagste deel van Nederland. Daar zou het water op veel plaatsen ongeveer zeven meter hoog hebben gestaan. Zoek op maps.google.nl het 'Boerenwiel, Gouda' op.

8. Welke dijk beschermt dat deel van Gouda tegen het water uit de Hollandse IJssel?
 (Dit is één van de oudste dijken van het land.)

Het gevaar voor wateroverlast komt niet alleen van de zee. Ook de grote rivieren kunnen voor natte voeten zorgen. In 1993 en in 1995 was het heel spannend. Sommige polders overstromden en er was veel schade door wateroverlast. De rivierdijken zijn toen versterkt. Om het land tegen het rivierwater te beschermen hebben we verschillende dijken. De lage dijk, vlak bij de rivier, heet de zomerdijk. De rivier komt in de zomer bijna nooit boven die dijk uit. In de winter staat het water hoger, omdat er dan meestal meer regen valt. Dan stroomt het over de zomerdijk heen. Daarom is er nog een dijk. De winterdijk.

9. Hoe heet het gebied tussen de winter- en de zomerdijk? _____

Dijken in de regio Rotterdam

A



In de regio Rotterdam zijn heel veel dijken aangelegd. Bijvoorbeeld in het gebied waar nu Landschapspark Buytenland ligt. Je ziet dit park op kaartje A.

Om dicht bij de stad Rotterdam te kunnen genieten van de natuur, wordt in de regio Rotterdam natuurgebied aangelegd. Landschapspark Buytenland is zo'n gebied. Het gebied ligt dicht bij de zee en grote rivieren. Er zijn dus veel dijken nodig.

Waar ligt dit park precies?

Kijk goed naar kaart A en zoek dit stukje van de kaart op kaart B. Kaart B is de kaart van het havengebied van Rotterdam.

10. Zet een cirkel op kaart B, waar Landschapspark Buytenland ligt.

B



Het park ligt niet direct aan zee. Toch zijn er ooit zeedijken aangelegd in het gebied.
 Voor het geval een zeedijk doorbreekt, zijn er namelijk extra (zee)dijken aangelegd.

Er zijn drie soorten: Wakerdijk, Slaperdijk, Dromerdijk.

De nieuwste, grootste, hoogste dijken die direct aan het water liggen zijn de wakerdijken. Deze zullen het water bijna altijd tegen kunnen houden. Maar als er toch een keer een dijk doorbreekt, kan de slaperdijk, die verder het land in ligt het water nog stoppen.

Als ook de slaperdijk het niet meer houdt, is er nog een dromerdijk.

Kijk goed naar de kaart hiernaast.

11. Bij welk nummer ligt de wakerdijk? _____

12. Zoek op maps.google.nl op hoe de slaperdijk heet.



Doordat de wakerdijken zoveel sterker en hoger zijn gemaakt, hebben de slaperdijken en dromerdijken bijna geen nut meer. Voor de zekerheid worden ze wel behouden.

En ze vertellen ons nog iets over de watergeschiedenis van Nederland.

OPDRACHT 2 - EEN DIJK VAN EEN BOUWWERK

Om ons tegen het water van de zee en rivieren te beschermen bouwen Nederlanders al eeuwenlang dijken. Nederlanders zijn wereldberoemd om hun dijkenbouw. Voor deze opdracht heb je soms het informatieblad over Maasvlakte 2 nodig. Het informatieblad staat op de volgende link:
http://www.maasvlakte2.com/uploads/factsheet_harde_zeewering.pdf

Dijken en techniek

Het aanleggen van Maasvlakte 2 is een enorme klus. Niet alleen het maken van nieuw land, maar ook het bouwen van de dijken die het nieuwe land moeten beschermen is een groot karwei.

De dijken moeten stevig genoeg zijn voor de zwaarste stormen.

De dijken kunnen een zogenaamde 'superstorm' tegenhouden. Kijk op het informatieblad.

13. Hoe vaak kan zo'n superstorm gemiddeld voorkomen?

Het bouwen van een dijk is een technische klus. Techniek gaat namelijk over producten die mensen maken om in leven te blijven of om hun leven makkelijker of rijker te maken. Techniek is mensenwerk. Mensen gebruiken materialen om producten te maken. Een dijk is een eeuwenoud 'technisch product'.

14. Noem een reden waarom we een dijk een technisch product noemen.



Technische producten kun je onderverdelen in verschillende typen producten.

15. Wat voor type product is een dijk?

- Constructie
- Transport
- Informatie/communicatie
- Productie

16. Noem een producteigenschap die voor dijken erg belangrijk is.

Tijdens het technisch proces loop je drie belangrijke stappen door. Na het 'maken' volgt het 'gebruiken'.

17. Wat is de eerste stap van het technisch proces?

Materiaal

Voordat een dijkenbouwer aan de slag gaat, moet hij goed voorbereid zijn.

Welke materialen heb je nodig? Met andere woorden, waar ga je de dijk van maken?

Welk materiaal je gebruikt, hangt af van waar de dijk voor is.

18. Noem drie dingen die belangrijk zijn voor materiaal waar je een dijk van wilt maken.

Eén van de dijken op Maasvlakte 2 wordt de 'harde zeewering' genoemd. De harde zeewering op Maasvlakte 2 bestaat uit verschillende soorten materiaal. Kijk op het informatieblad.

19. Noem drie materialen die voor de harde zeewering van Maasvlakte 2 gebruikt zijn.

Een groot deel van een dijk bestaat uit zand. Om er voor te zorgen dat het zand niet wegwaait, kun je er iets op laten groeien. Door de begroeiing blijft het bij elkaar. Dat noem je de bekleding. Kijk op het informatieblad.

20. Waarmee wordt de harde zeewering bekleed aan de kant van het land? _____



Ontwerpen

Een dijk moet ons beschermen tegen overstromingen.
Het bouwen van een dijk begint met het ontwerpen.
Hoe komt hij eruit te zien?
De ontwerper van een dijk let op veel verschillende dingen.

21. Noem twee dingen waar een ontwerper op moet letten bij het ontwerpen van een dijk.

Kijk op het informatieblad.

In 2010 hebben onderzoekers een schatting gemaakt van de zeespiegelstijging.

22. Hoeveel zal de zeespiegel de komende vijftig jaar stijgen volgens de onderzoekers? _____

Dijken en wiskunde

Een dijkbouwer moet goed kunnen rekenen. Hij moet berekenen hoe groot de dijk moet worden en hoeveel materiaal ervoor nodig is om de dijk te bouwen. Hij moet weten hoeveel stenen of blokken hij nodig heeft.

De dijkbouwer heeft berekend dat hij voor een gedeelte van de dijk 30 m^3 breuksteen nodig heeft.

Een steengroeve in de Ardennen kan de stenen leveren.

De massa van de stenen is tussen de 2.550 en de 2.650 kg/m^3 .

23. Wat is de gemiddelde massa van de stenen uit de Ardennen? _____

24. Hoeveel kilo breuksteen heeft de dijkbouwer nodig voor 30 m^3 dijk? _____
(Als je het gemiddelde niet hebt kunnen berekenen in de vorige vraag, gebruik je 2.500 kg/m^3 .)

Als je even grote blokken netjes tegen elkaar aanzet, kun je meten met de oppervlakte die je moet vullen.
Voor de zeeweringen op Maasvlakte 2 zijn heel veel betonblokken nodig.

De dijkbouwer heeft berekend dat hij voor een gedeelte van de dijk 30 m^2 betonblokken nodig heeft.
Hij bestelt blokken in de vorm van een kubus, met een ribbe van 50 centimeter.

25. Hoeveel van deze betonblokken passen er in een vierkante meter? _____

26. Hoeveel betonblokken heeft de dijkbouwer nodig voor 30 m^2 dijk? _____
(Als je het aantal betonblokken per vierkante meter niet hebt kunnen berekenen in de vorige vraag, gebruik je 5 per m^2 .)



OPDRACHT 3 - ZEEWERINGEN OP MAASVLAKTE 2

De Rotterdamse haven breidt uit in zee. Waar eerst een 17 meter diepe zee was, ligt nu Maasvlakte 2. Maasvlakte 2 ligt 5 meter boven NAP.

27. Wat bedoelen we met NAP? (Kijk in je lesboek of zoek op internet als je het niet weet.)

Bescherming

Maasvlakte 2 ligt best hoog, maar toch moet Maasvlakte 2 beschermd worden tegen overstromingen. Ook om te voorkomen dat het nieuwe land weer wegspoelt, zijn er 'zeeweringen'.

Een zeewering weert de zee. Oftewel het houdt de zee tegen.

De zeewering voor Maasvlakte 2 bestaat uit 7,5 km zachte zeewering (bescherming door strand en duinen) en uit 3,5 km harde zeewering (dijk met betonblokken).

Op de kaart hiernaast zie je Maasvlakte 2. Er zijn twee gebieden omlijnd. De harde zeewering ligt in het noorden.



28. Welke zeewering is de harde zeewering? _____

Zachte zeewering

De zachte zeewering bestaat uit strand en duinen. 7,5 kilometer lang. Deze manier om het land tegen overstromingen te beschermen lijkt het meeste op ons natuurlijke landschap. De hele Nederlandse kust heeft dit landschap. Het lijkt straks wel of de zeewering in het zuidwesten door de natuur gevormd is. Toch leggen waterbouwers het strand en de duinen aan.

Bekijk de kaart van Maasvlakte 2 op <http://www.mv2movie.com/digi/kaart.html>. Klik op 'recreatie'.

29. Wat bedoelen we met recreatie?

Een breed zandstrand met daarachter een rij duinen. Dat heeft veel voordelen.

In de eerste plaats is het goedkoper dan een harde zeewering. Maar ook voor de natuur is dit goed nieuws.

In de duinen krijgen dieren en planten de ruimte. De planten die hier zullen groeien, trekken vogels en andere dieren aan. Daarom zal het strand van Maasvlakte 2 een leuke plek voor natuurliefhebbers worden.

Klik in de kaart op één van de gekleurde stranden.

30. Welke *drie* soorten strand zijn er op Maasvlakte 2? (Let op! Eén van de vier stranden ligt op de huidige Maasvlakte)

Harde zeewering

Bekijk nogmaals de kaart van Maasvlakte 2 op <http://www.mv2movie.com/digi/kaart.html>.

31. Aan welke kant van Maasvlakte 2 komen de schepen de haven binnen?

- Noorden
 Zuiden

Via deze kant moeten de gigantische olietankers en containerschepen de haven binnenvaren. De vaargeulen moeten breed en diep zijn en daarom is er te weinig ruimte voor een 'zachte zeewering'. De harde zeewering moet het land net zo goed beschermen, maar veel minder ruimte innemen. Een steil aflopende zeewering is dan ook pure noodzaak. Voor de harde zeewering is 7 miljoen ton steen gebruikt van allerlei soorten en maten. De stenen komen uit Schotland en Duitsland.

Bekijk de volgende video: <http://web.me.com/hetkaderav/MV2/bremanger/>

32. Uit welk land komen ook veel stenen?

33. Een ton is 1000 kilo. Hoeveel kilo steen is er nodig voor de harde zeewering?

Duurzaam

Een deel van het steen en alle benodigde betonblokken komen uit de blokkendam van de huidige Maasvlakte. Dat is een 'duurzame' oplossing.

34. Leg uit wat 'duurzaamheid' is.

De blokken van de huidige Maasvlakte gebruiken is duurzaam. Je hoeft geen nieuwe blokken te laten maken. Dat is zuinig en goedkoop. De oude blokken worden niet weggegooid. Geen afval! Ze zijn al in de buurt, dus is het vervoer van de blokken snel en goedkoop.

De kubusvormige blokken hebben een ribbe van ongeveer 2,5 meter.

35. Op welke afbeelding hiernaast zie je zo'n betonblok? _____

36. Bereken het volume van zo'n betonblok? _____

37. Zoek op internet op. Wat is de dichtheid van beton? _____

38. Reken uit hoeveel een blok weegt. _____



Bij de huidige Maasvlakte zijn de blokken destijds gewoon in zee gegooid. Dat wordt nu anders gedaan. Door de blokken slim en netjes neer te leggen, zijn er minder nodig.

Dat is ook een duurzame oplossing.

Maar hoe leg je die enorme blokken netjes neer?

Met techniek van nu kan dat.

De aannemers van Maasvlakte 2 hebben een reusachtige kraan laten maken waarmee de betonblokken heel precies op hun plek werden gelegd. Het 'bereik' van de kraan is ook groot, het kan de zware betonblokken tientallen meters ver leggen. Deze kraan wordt de 'Blockbuster' genoemd.

Het duurde maanden om de kraan in elkaar te zetten.

Bekijk de informatiefolder op http://www.maasvlakte2.com/uploads/cobouw_09-03-2010_nr.46.pdf

39. Hoe ver kan de Blockbuster de blokken neerleggen?

40. Hoeveel blokken uit de oude zeewering werden opgepakt en neergelegd in de blokkendam?

41. Als een blok ongeveer 40 ton weegt. Hoeveel kilo weegt de blokkendam dan?

42. Een gemiddelde auto in Nederland weegt ongeveer 1250 kilo. Hoe zwaar is de blokkendam, uitgedrukt in auto's?

De Blockbuster aan het werk op Maasvlakte 2





De harde zeewering is 3,5 kilometer lang.

43. Hoeveel blokken werden er per strekkende kilometer geplaatst?
(Rond af op hele blokken).

De blokken komen uit de oude zeewering. Die zeewering was 2 kilometer lang. Doordat de blokken in de oude zeewering niet slim en netjes neergelegd zijn, waren er meer blokken per strekkende kilometer nodig.

44. Hoeveel blokken zaten er per strekkende kilometer in de oude zeewering? (Rond af op hele blokken).

De nieuwe zeewering is dus veel zuiniger. Bekijk de tekening van de nieuwe zeewering in de informatiefolder. Vergelijk de blokkendam met de afbeelding hieronder, waarop blokken kriskras door elkaar liggen.



45. Leg uit waarom er minder blokken nodig zijn in de nieuwe zeewering, doordat de blokken slim en netjes neergelegd worden.



Kadebouw, kust- en oeverwerk

Aan de binnenkant van Maasvlakte 2 komen havengebieden.

Volgeladen containerschepen moeten aan kunnen meren.

Dan is een dijk of strand niet handig.

Dan moeten er 'kades' gebouwd worden. Dat is heel ander werk dan het aanleggen van een dijk.

Supersterke kades zijn nodig om de containerreuzen van de toekomst goed in bedwang te houden.

De kademuur wordt in stappen aangelegd.

Bekijk het volgende filmpje.

http://www.youtube.com/user/maasvlakte2#p/u/3/_x0EkJRQIx0

Je hoeft niet alle termen te snappen, maar je kunt wel zien dat de aanleg van de kademuren een bijzondere klus is.

46. Schrijf een kort verslag (ongeveer 500 woorden) over de aanleg van dijken en kades op Maasvlakte 2. Geef daarbij antwoord op de volgende vragen:

- * Waarom is de aanleg van de harde zeewering duurzaam?
- * Vind je de aanleg van de zeeweringen op Maasvlakte 2 bijzonder? Waarom wel/niet?
- * Vind je de aanleg van de kademuren op Maasvlakte 2 bijzonder? Waarom wel/niet?
- * Vind jij dijkenbouw en kadebouw leuk werk? Waarom wel/niet?

Hieronder vind je een korte samenvatting van de informatie uit het filmpje:

Er worden sleuven gegraven van 1,2 meter breed en 7,5 meter lang en 40 meter diep. De sleuf wordt gevuld met bentoniet. Dit is een kleiachtige dikke vloeistof. Vervolgens wordt de stalen bewapening aangebracht. Daarna wordt beton gestort. Om de kademuur op z'n plek te houden worden 60 meter lange palen onder een schuine hoek de bodem in geheid. Voor het storten van de bovenbouw van de kademuur, worden trekpalen geheid om horizontale trekkrachten aan de muur te weerstaan. In totaal wordt er 3500 meter diepzeekade aangelegd.

Heb je meer informatie nodig?

Bekijk dan de volgende links:

Over waterbouw

<http://www.waterbouwpromotie.nl>

Over de harde zeewering

http://www.maasvlakte2.com/uploads/factsheet_harde_zeewering.pdf

Over de Blockbuster

<http://www.maasvlakte2.com/nl/news/show/id/1404>

<http://www.maasvlakte2.com/nl/news/show/id/1982>