

HANDLEIDING LESMATERIAAL

KIJK OP DE DIJK



W E T T E R S K I P
F R Y S L Â N

INLEIDING

Wetterskip Fryslân is gestart met versterkingen en verhogingen van verschillende dijken in haar beheergebied.

De werkzaamheden maken deel uit van het Hoogwaterbeschermingsprogramma. Dit is een samenwerkingsverband tussen het Rijk en de waterbeheerders, waarbij afgekeurde waterkeringen op een robuuste wijze versterkt worden.

Met het aanpakken van deze waterkeringen blijft ons land ook de komende 50 jaar beschermd tegen overstromingen.

We wonen veilig in Nederland. Dat lijkt heel normaal, maar zo gewoon is dat niet.

Een groot deel van Nederland ligt namelijk onder zeeniveau. Dus het gevaar van een overstroming ligt altijd op de loer.

Wetterskip Fryslân zorgt voor droge voeten in de provincie Fryslân en het Groninger Westerkwartier. Het waterschap zorgt ook voor schoon water. En het waterschap zorgt ervoor dat er genoeg water is, daar waar we het nodig hebben.

In de lessen 'Kijk op de dijk' leren de leerlingen van alles over de dijken die ons beschermen tegen het water. Ook ontdekken ze dat dijken ingewikkelder in elkaar zitten dan dat ze eruit zien.

HET LESMATERIAAL

Het lesmateriaal 'Kijk op de dijk' bestaat uit downloadbare werkbladen in pdf-formaat. Al het materiaal is te vinden op onder het kopje 'Educatie' op www.woudagemaal.nl en onder het kopje 'Kom kijken' op www.kijkopedijkameland.nl en www.kijkopedijklemmer.nl.

DOELGROEP EN DOELSTELLINGEN

Er zijn drie varianten van het werkblad:

- groep 7/8
- onderbouw voortgezet onderwijs
- bovenbouw havo/vwo

Na het doorlopen van het lesmateriaal weten de leerlingen:

- dat dijken van cruciaal belang zijn voor de

veiligheid van ons land en ons beschermen tegen dreiging van buiten (o.a. storm, klimaatverandering);

- dat het Rijk dit goed controleert middels het Hoogwaterbeschermingsprogramma;
- waarom het nodig is dat deze versterkt worden, we leven nu veilig en dat willen we blijven;
- welke bedreigingen er zijn en welke maatregelen er genomen worden;

Met het lesmateriaal denken leerlingen zelf na over hoe we Nederland (ook in de toekomst) kunnen beschermen tegen overstromingen en bedenken ze oplossingen.

De mate van verdieping verschilt per niveau.



**KIJK
OP DE DIJK**

AANSLUITING OP HET CURRICULUM

De lessen sluiten aan bij de thema's:

- Directe omgeving
- Klimaat en weer
- Techniek
- Waterbeheer

In de onderbouw van het voortgezet onderwijs beslaan de lessen diverse aardrijkskundige begrippen. In de bovenbouw van het voortgezet komen ook de economische en natuurkundige kanten aan bod.

Het werkblad bestaat uit meerdere onderdelen. Met name in de bovenbouw leent het materiaal zich voor een vakoverstijgende aanpak, maar u kunt er ook voor kiezen alleen de opdrachten voor natuurkunde of aardrijkskunde en economie te behandelen.

LESOPBOUW

a. Introductie

Als mindset en opwarmertje kan vooraf het filmpje 'Kijk op de dijk' getoond worden. Het filmpje is te vinden onder het kopje 'Educatie' op de website www.woudagemaal.nl en onder het kopje 'Kom kijken' op de websites www.kijkopedijkameland.nl en www.kijkopedijklemmer.nl.

b. Werkblad

Vervolgens maken de leerlingen individueel of in groepjes de opdrachten op het werkblad.

Voor onderbouw voortgezet onderwijs zijn enkele plusopdrachten (gemarkeerd met een +) toegevoegd. U kunt naar eigen inzicht gebruik maken van deze opdrachten.

M.u.v. het laatste onderdeel 'Meer dan dijken' kunt u een lesuur vullen met het werkblad, inclusief de bespreking ervan. Het onderdeel 'Meer dan dijken' behandelt u bij voorkeur na een bezoek aan een

dijkversterkingstraject, maar de leerlingen kunnen er ook direct mee aan de slag.

c. Excursie & gastles

De dijkversterkingsprojecten zijn een mooie concrete aanleiding om kinderen en jongeren in klassenverband te betrekken bij het waterbeheersingswerk van Wetterskip Fryslân. Ze kunnen een gastles krijgen van bijvoorbeeld de omgevingsmanager, een excursie naar de dijk maken in hun directe omgeving, het bezoekerscentrum van het Ir. D.F. Woudagemaal (met de Kijk op de Dijk-presentatie) bezoeken of de dijkexpositie in het Natuurcentrum op Ameland bekijken. Kijk voor meer informatie op: www.kijkopedijklemmer.nl www.kijkopedijkameland.nl www.woudagemaal.nl

d. Verwerking excursie

Wanneer de leerlingen daadwerkelijk een kijkje op de dijk hebben genomen, kan het onderdeel 'Meer dan dijken' als verwerking en terugkoppeling ingezet worden.

Als aanvullende opdracht kunnen leerlingen individueel of in groepjes een sprekebeurt maken of een verslag schrijven over hun bezoekje aan een van de dijken. Waar zijn ze geweest? Wat gebeurt daar? Waarom is dat? Wat vonden ze bijzonder?

MEER INFORMATIE EN ACHTERGROND

Meer informatie over het Hoogwaterbeschermingsprogramma en de verschillende dijkverbeteringen vindt u onder meer op:

www.kijkopedijklemmer.nl
www.kijkopedijkameland.nl
www.woudagemaal.nl



Op deze kaart ziet u de dijkverbeteringen zoals ze vanaf 2015 gepland staan.



Op www.woudagemaal.nl vindt u onder het kopje 'Educatie' nog meer lesmateriaal over waterbeheer.

DIGITALE KAART

Op de educatiepagina van het Woudageemaal staat ook een interactieve digitale kaart van het beheergebied van het Wetterskip Fryslân.

Wilt u weten wat er aan waterbeheer gedaan wordt, dan kunt u met deze kaart tot op straatniveau in beeld brengen welke vormen van waterbeheer er in de buurt zijn.

Kijk bijvoorbeeld hoeveel gemalen er zijn. Een gemaal of stuw is nooit ver weg!

COLOFON

Uitgave: Wetterskip Fryslân

Teksten: Podium

Fotografie: Arthur Smeets, Daniël Hartog en Wetterskip Fryslân WF

Cartoons: Auke Herrema.

Wetterskip Fryslân

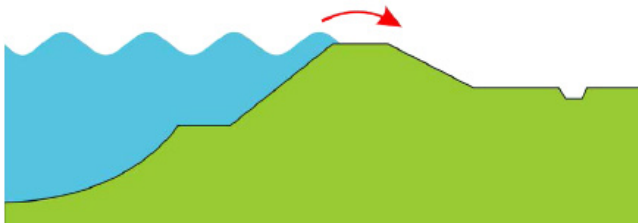
Postbus 36, 8900 AA, Leeuwarden

Telefoon: 058 - 2922222

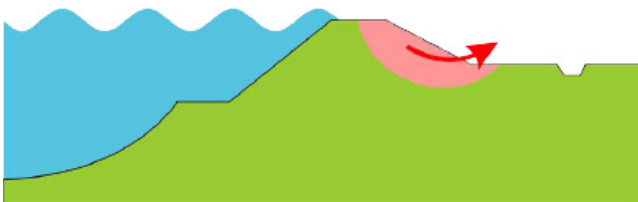
KIJK OP DE DIJK

ANTWOORDEN GROEP 7/8

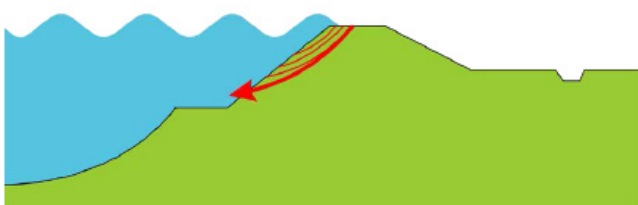
3. c. ongeveer 200 kilometer lang
4. b. De tijd van Grieken en Romeinen (3.000 voor Chr. – 500 na Chr.)
5. a. Golfoverloop en golfoverslag. Het water komt over dijk heen en dat maakt de dijk zwakker.



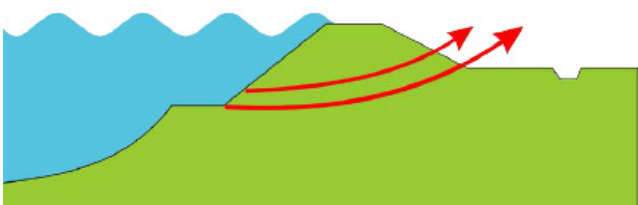
- b. Afschuiving. De dijk schuift aan de kant van het land weg.



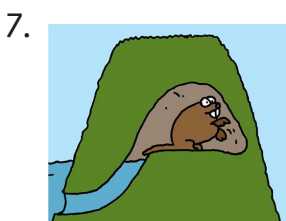
- c. Bekleding. De stenen of andere bekleding, zoals de grasmat, wordt door het water beetje bij beetje weggeslagen, waardoor de dijk zwakker wordt.



- d. Piping. Er spoelt water onder de dijk door, waardoor zand wegspoelt en de dijk kan inzakken.



6. a. erosie



8. Muskusratten (en konijnen, ratten en dassen) graven gangen in de dijk, waardoor de dijk kan instorten.
9. b. Zeeklimaat
10. a. zuidwesten
11. b. Dijken waarvan we weten dat ze ons de komende vijftig jaar niet meer kunnen beschermen worden aangepakt.
Extra toelichting: De dijken worden iedere zes jaar getest, of ze nog wel veilig zijn om ons de komende vijftig jaar te beschermen. Anders moeten ze versterkt of verhoogd worden.
12. 1. Dat zet geen zoden aan de dijk.
> dat helpt bijna niet (wat de man met de schep doet).
2. Schaapjes op het droge hebben.
> je zaken op orde hebben of genoeg geld hebben om je geen zorgen meer te hoeven maken.
3. Hoofd boven water houden.
> (net) genoeg geld hebben om rond te komen.
4. Een dijk van een film
> een hele goede/mooie film
5. Iemand aan de dijk zetten
> iemand ontslaan
6. Hij laat het water over de dijk lopen.
> hij is aan het huilen.
7. Die het water deert die het water keert.
> degenen die aan de dijk wonen, moeten hem ook onderhouden.
13. Zet de juist oplossing bij de problemen
a. Er loopt water over de dijk
> dijk hoger maken (3)
b. Stukken van de dijk schuiven weg
> dijk breder maken (2)
c. De dijk wordt door het water beetje bij beetje weggeslagen
> dijk steviger maken (4)
d. Er spoelt water onder de dijk door
> dijk waterdicht maken (1)
14. a. De buitenkant van een dijk noem je de bekleding.
15. b. Om de Waddenzeedijk veilig te maken is meer kilo breuksteen nodig dan klei en zand samen.

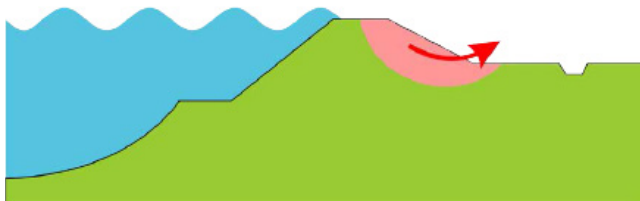
ANTWOORDEN ONDERBOUW VOORTGEZET ONDERWIJS

3. c. De Waddenzee en het IJsselmeer

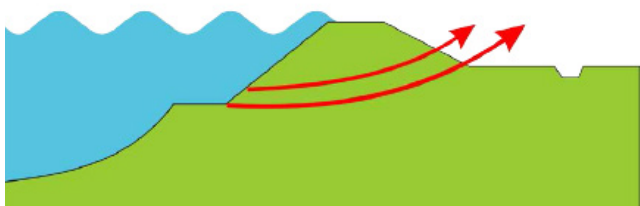
4. De tijd van Grieken en Romeinen (3.000 voor Chr. – 500 na Chr.)

4+ Duinen ontstaan vanzelf, dijken zijn door mensen aangelegd.

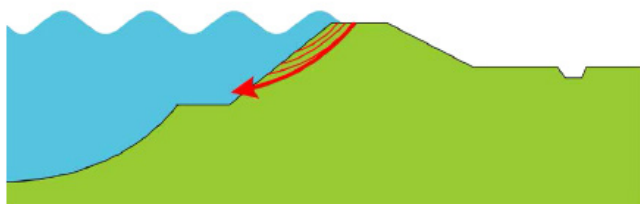
5. a. Afschuiving. De dijk schuift aan de kant van het land weg. (III)



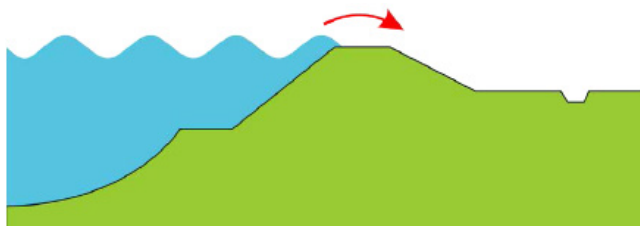
b. Piping. Er spoelt water onder de dijk door, waardoor zand wegspoelt en de dijk kan inzakken. (I)



c. Bekleding. De stenen of andere bekleding, zoals de grasmat, wordt door het water beetje bij beetje weggeslagen, waardoor de dijk zwakker wordt. (IV)



d. Golfoverloop en golfoverslag. Het water komt over dijk heen en dat maakt de dijk zwakker. (II)



6. Erosie

7. De zeespiegel stijgt / de bodem daalt.

7+ Nee, bij laag water liggen sommige dijken bij de rivier best een eind van het water af. Ze zijn bedoeld om het water tegen te houden als het te hoog komt.

8. a. zuidwesten

9. Zeeklimaat

10. b. De dijken regelmatig controleren en indien nodig sterker maken zodat ze ook in de toekomst sterk genoeg zijn.

10+ Dan kan er een ramp ontstaan in de vorm van een overstroming. Bijvoorbeeld de watersnood in 1953. Er zijn echter meer voorbeelden in de Nederlandse geschiedenis. Ook kleinere dijkdoorbraken met minder erge gevolgen zijn voorgekomen.

11. b. Dijken worden iedere zes jaar getest.

12. Enkele suggesties:

1. Dat zet geen zoden aan de dijk.

> dat helpt bijna niet.

2. Schaapjes op het droge hebben.

> je zaken op orde hebben, of genoeg geld hebben om je geen zorgen meer te hoeven maken.

3. Hoofd boven water houden.

> (net) genoeg geld hebben om rond te komen.

4. Een dijk van een film

> een hele goede/mooie film

5. Iemand aan de dijk zetten

> iemand ontslaan

6. Hij laat het water over de dijk lopen.

> hij is aan het huilen.

7. Die het water deert die het water keert.

> degenen die aan de dijk wonen, moeten hem ook onderhouden.

13.

a. Er loopt water over de dijk

> dijk hoger maken (1)

b. Stukken van de dijk schuiven weg

> dijk breder maken (4)

c. De dijk wordt door het water beetje bij beetje weggeslagen

> dijk steviger maken (3)

d. Er spoelt water onder de dijk door

> dijk waterdicht maken (2)



**KIJK
OP DE DIJK**

14. a. De buitenkant van een dijk noem je de bekleding.
15. Dan is het stormseizoen en kan er onstuimig weer zijn. Om de veiligheid van de waterkering te garanderen, mag er alleen in de buiten het stormseizoen aan gewerkt worden.
16. b. Het overstromingsrisico.
17. Aan de onderkant staat het water tegen de dijk en daardoor zijn de krachten op de dijk groot. Daarom moet het daar steviger zijn. De dijk is daar met steen bekleed.
18. b. Dan kan er later beter gras op de dijk groeien.
19. a. Om kabels en leidingen in aan te leggen. (Ook al kun je natuurlijk iets op een dijk laten groeien, ligt dat niet voor de hand. Het gewas moet in eerste instantie voor stevigheid zorgen.)
20. Meerdere antwoorden mogelijk, let op het benutten van eigenschappen die karakteristiek zijn voor een dijk. Bijvoorbeeld windmolens, wegen, kabels, leidingen.

ANTWOORDEN BOVENBOUW VOORTGEZET ONDERWIJS

2. a. Golfoverloop en golfoverslag. Het water komt over de dijk heen en dat maakt de dijk zwakker.
- b. Afschuiving. De dijk schuift aan de kant van het land weg.
- c. Bekleding. De stenen of andere bekleding wordt door het water beetje bij beetje weggeslagen, waardoor de dijk zwakker wordt.
- d. Piping. Er spoelt water onder de dijk door, waardoor zand wegspoelt en de dijk kan inzakken.
3. Extremere weersomstandigheden (zorgen voor piekbelasting waardoor dijken niet altijd hoog of sterk genoeg meer zijn) en zeespiegelstijging (maakt dat dijken niet hoog genoeg meer zijn).
4. Ook bij de aanleg van een dijk wordt naar kosten en baten gekeken. Een overstroming kan schade betekenen voor de omgeving. Als de schadeprognose hoog is, is het veel meer de moeite waard om die overstroming te voorkomen. Met

- andere woorden; als er een dijk gebouwd moet worden, wordt gekeken naar de kosten van die dijk en de baten van die dijk. Een dijk van een paar miljoen euro om een oninteressant en onbruikbaar gebied te beschermen wil bijna niemand betalen. Als je met die dijk een paar grote steden beschermt, wegen de kosten op tegen de baten. Ook een natuurgebied kan de moeite waard zijn om te beschermen.
5. Je hebt met de (fysieke) omgeving te maken. Je hebt ruimte nodig om te bouwen of het gebied in te richten. Als er direct achter de dijk een stad of dorp ligt, kun je de dijk moeilijk landinwaarts verbreden. De functie van een gebied ligt meestal vast in een bestemmingsplan. Als de functie van een gebied bestemd is voor bijvoorbeeld natuur, industrie of wonen, kun je er niet zo maar een waterkering bouwen.
6. De technische mogelijkheden (die we kennen) sturen de manier waarop we bouwen. Je zult de zee niet tegenhouden met een scherm van piepschuim. Zo kun je je ook voorstellen dat niet alle materialen en constructies bestand zijn tegen beukend water.
7. Sommige gebieden, of gebouwen behoren tot cultureel erfgoed en zijn daarvoor beschermd. Deze beperken de bouw mogelijkheden op en rond de locaties waar deze gebouwen staan. Zoals het Woudagemaal in Lemmer, dat op de Werelderfgoedlijst van UNESCO staat.
8. Gebieden in de buurt van sloten, kanalen en vaarten en gebieden onder zeeniveau.
9. De functie van de grond bepaalt in grote lijnen hoeveel men bereid is te betalen voor de grond. Met name woon-werk functies zijn erg gewild. De prijs voor grond met een woonbestemming levert meestal meer op dan grond met een landbouwfunctie.

10. De ligging is ook van invloed op de vraag naar grond. Dit geldt voor alle functies. De ligging bepaalt of je er makkelijk kunt komen en dus hoe de verbinding met de rest van de wereld is. Voor een goede locatie, zoals in of bij een grote stad, zal een bedrijf dat daarbij gebaat is meer betalen. Een kwestie van vraag en aanbod. Wanneer veel mensen aan de rand van een stad willen wonen, omdat die locatie in de buurt van de stad én recreatiegebied ligt, zal de prijs op die locatie stijgen.

Waar een groter risico heerst, is de grond in principe goedkoper dan op plaatsen waar het veiliger is. Andersom geldt dat op dure locaties (waar veel vraag naar grond is en meestal veel economische bedrijvigheid is) de kans op overstromingen kleiner moet zijn. In Fryslân is veel agrarische grond. Daar gelden dezelfde principes. Goede locaties zijn gewilder en daarmee duurder. Landbouwgrond kost in Fryslân tot ongeveer 50.000 euro per hectare.

12. Over het algemeen zijn plekken in de buurt van het water van oudsher meer bebouwd en in gebruik genomen.

De grondprijzen in de bebouwde gebieden in de Randstad liggen het hoogst. De gemiddelde grondprijs in Fryslân ligt wel onder het landelijk gemiddelde, maar dat heeft meer met de ligging van Fryslân ten opzichte van het economisch hart van Nederland te maken, dan met de functies.

13. Budgetmechanisme: door middel van budgetten (plannen) wordt vastgesteld wat er wordt geproduceerd en hoe de productiemiddelen worden aangewend. De nadelen van het budgetmechanisme: complexiteit, starheid, ontbreken van doelmatigheidsprikkels en individuele onvrijheid. Marktmechanisme: het mechanisme dat het allocatieprobleem (wie, wat, waar en hoe produceert) oplost door middel van het vrije spel van vraag en aanbod.

De marktsector onderscheidt zich van de quartaire sector door haar winstoogmerk. De nadelen van een volledige markteconomie: geen collectieve goederen, externe effecten, schoksgewijze aanpassingen (goederenmarkt en arbeidsmarkt), individuele onzekerheid en sociale onrechtvaardigheid.

14. Budgetmechanisme.

15. Collectieve goederen.

16. Dijken zijn niet splitsbaar in individueel leverbare eenheden. Daarnaast leveren dijken niets (direct) op waardoor ze niet interessant zijn voor marktpartijen. Een marktpartij kan bij niemand kosten in rekening brengen. De overheid ook niet, maar de overheid kan de dijken financieren uit belastinginkomsten. Een dijk is van algemeen belang. De overheid financiert zaken van algemeen belang, bijvoorbeeld om de inwoners te beschermen.

17. Serie 1

18. Naarmate de watergolf 'groter' wordt, gaat de voortplantingsnelheid omhoog en daarom:

nemen de golflengte en amplitude toe.

19. Formule: $P = \rho \cdot h \cdot g$

Dichtheid zoet water: 1000 kg/m^3

$P = 1000 \cdot 2,5 \cdot 9,81 = 24.525 \text{ Pa}$.

20. Dichtheid zout water: 1026 kg/m^3

(gemiddelde benadering van zeewater)

$P = 1026 \cdot 2,5 \cdot 9,81 = 25.162,65 \text{ Pa}$.

21. Op een diepte van 2,50 meter,

b. is de hydrostatische druk in een kanaal lager dan in de zee.

22. De dichtheid van de materie van de dijk is een van de aspecten die de kracht van de dijk bepalen. Een hogere dichtheid komt de stevigheid van de dijk ten goede. Daarnaast is de omvang (oppervlakte, volume en hellingshoek) van de dijk van belang.

23. Hoe dieper in het water, hoe hoger de hydrostatische druk. Onderaan moet de dijk een grotere kracht kunnen opvangen.

24. Richtantwoord voorbeelden: Grondprijs, kosten materialen (ophooggrond en bekleding), personeelskosten (van ontwerper tot leverancier en van aannemer tot kraanmachinist), transportkosten (voor aan- en afvoer van materialen), vergunningen, communicatie en voorlichting.



25. Richtantwoord voorbeelden: (veel voorkomende) windrichting en windsnelheid, (extreme) waterstanden, landschap en omgeving, (waarde van het) achterland, ligging en locatie (speelt bijvoorbeeld een rol voor de toevoer van materiaal en bepaalt deels de impact tijdens de werkzaamheden voor verkeer, natuur en omwonenden).

26. Richtantwoord voorbeelden: waterdiepte, hoek van inval van de golven, strijklengte, golfkracht/windkracht, golfhoogte, golfperiode, hydraulische druk, hellingshoek binnen- en buitenzijde van de dijk, hoogte en breedte van de dijk en dichtheid van de materialen.

27. 7,5 meter.

28. 0,100.

29. 16,5 meter.

30. Hiervoor is de stelling van Pythagoras nodig. Afstand tussen X begin en X eind = 6 meter. Afstand tussen Y begin en Y eind = 0,6 meter.

$0,6^2 + 6^2 = 36,36$.

De weg is $\sqrt{36,36} = 6,03$ meter breed.

31. Als je één segment mag aanpassen, kies je voor het bovenste segment. De dijk is immers niet hoog genoeg. Een ander segment ophogen of verbreden gaat niet genoeg opleveren. Onder deze omstandigheden komt de z2%-lijn namelijk tot een hoogte van 6,1622.

Echter, door alleen de kruinhoogte aan te passen in die richting, bijvoorbeeld naar 6,2, verandert de golfoploop, (het breken van de golven) ook. Daardoor is 6,2 nog niet genoeg. 6,28 of hoger wel.

Een combinatie van verbreden en verhogen is ook mogelijk. De leerlingen kunnen proefondervindelijk bijvoorbeeld ook verhogen tot 6,2 bij een verbreding naar 34 meter.

De kans is groot dat leerlingen tijdens het aanpassen van een segment van het programma te horen krijgen dat het laatste segment tenminste een helling van 1 : 8 moet hebben. Ook een segment van breder dan 100 meter mag niet. Eindeloos brede dijken met een heel flauwe helling zijn uiterst kostbaar vanwege het benodigde materiaal en het innemen van ruimte.

32. De ruwheid heeft consequenties voor de golfoploop (het breken van de golven) en het absorptievermogen van de dijk. Opvallend is dat de kruinhoogte bij een ruwere bekleding (de ruwheidsfactor is dan minder dan 1) minder hoog hoeft te zijn. Zeker aan de teen van de dijk is het in de praktijk uiteraard wel belangrijk om robuust materiaal te kiezen, omdat de dijk anders veel sneller zal bezwijken onder erosie.

Bij de keuze van het materiaal spelen in de praktijk uiteraard ook de prijs en beschikbaarheid van het materiaal een rol. Als je een dijk gaat aanpassen is het handig en efficiënt om zo veel mogelijk materiaal te hergebruiken.

33. De gevolgen van een andere (kleinere) hoek zijn ingrijpend. De golven komen met kracht tegen de dijk en de golfoploop is hoger. Je zult een hogere dijk moeten ontwerpen. In dit voorbeeld zal de dijk bij een golfrichting van 60 graden, meer dan 7 meter hoog moeten worden. In combinatie met een verbreding naar 34 meter is een hoogte van 7,6 genoeg. Tussen de 60 en 90 graden is de invloed van de golf-richting nog beperkt, maar zeker bij een hoek die kleiner is dan 60 graden, gaat het een grote rol spelen.

