

Uitwerkingen bij 5a Leefomgeving – rivieren

Opgave 1 – Rivierbeleid in West-Nederland

- 1** Positief effect :
- maatregel b (noodoverloopgebieden)
 - maatregel d (herbebossing)
 - maatregel e (plaatsen stuwen)

3 maatregelen juist 2 punten, 2 juist 1 punt, 1 of 0 juist 0 punten.

Het effect van de maatregelen op het mondingsgebied van de Rijn, de Rijnmond:

- a: verwijderen meanders zorgt voor een snellere waterafvoer; een negatief effect*
b: noodoverloopgebieden in Oost-Nederland kunnen worden gebruikt om de water te bergen en zo het waterpeil te verlagen; een positief effect
c: verwijderen van kribben verhoogt de stroomsnelheid met als gevolg snellere waterafvoer; een negatief effect
d: herbebossing vertraagt de waterafvoer door verdamping en infiltratie van water in de ondergrond; een positief effect
e: stuwen stroomopwaarts kunnen worden gebruikt om de waterafvoer af te leiden naar andere gebieden zoals het IJsselmeer; een positief effect
f: verharding stroomafwaarts voorkomt dat water in de ondergrond kan doordringen; het versnelt de waterafvoer en zorgt voor hogere afvoerpieken; een negatief effect
g: verwijderen van obstakels in de uiterwaarden betekent dat het water minder wordt afgeremd. Dus stroomt het sneller naar het Rijnmondgebied. Een negatief effect.

Opgave 2 – Water in Rotterdam

- 2** In de winter valt meer neerslag. (1 punt)
 In de zomer valt de neerslag vaker in de vorm van stortbuien. (1 punt)

Het KNMI maakt scenario's over de toekomstige klimaatverandering in Nederland. Daarbij gaat men uit van mogelijke verschillen in wereldwijde temperatuurstijging en veranderingen in het patroon van de wind (luchtstromingspatroon). In alle situaties verwacht men voor Nederland:

- de neerslag en extreme neerslag in de winter nemen toe
- de intensiteit van extreme regenbuien in de zomer neemt toe

Het is – vooral bij extreme neerslag / hevige buien – noodzakelijk het regenwater sneller af te voeren of te zorgen dat het regenwater langer wordt vastgehouden zoals door groene daken.

- 3** Het oppervlak waar water de grond in kan zakken / kan infiltreren is door bebouwing (en bestrating) kleiner geworden, (oorzaak, 1 punt)
 waardoor na hevige regenval de riolen / de watergangen het regenwater dat anders de grond in was gezakt niet snel genoeg kunnen afvoeren. (gevolg, 1 punt)

Van nature dringt veel neerslag door in de bodem, infiltratie. Daardoor wordt de afvoer van regenwater in tijd gespreid, zijn de afvoerpieken laag en wordt wateroverlast beperkt. Ten gevolge van verstening door huizen en andere gebouwen en verharding door bestrating vermindert de infiltratie. Bij hevige buien moet dan in korte tijd veel meer regenwater worden afgevoerd, waardoor hoge afvoerpieken ontstaan en wateroverlast mogelijk is. Bijvoorbeeld als het water langs de oppervlakte afstroomt en straten onderlopen.

Bij een kassencomplex wordt over een groot oppervlak water kunstmatig afgevoerd. Tuinders vangen dit water vaak op om het later voor besproeiing te gebruiken.

- 2p **4** Groene daken nemen veel regenwater op / houden een deel van het regenwater vast, (oorzaak, 1 punt)
waardoor minder water via het riool hoeft te worden afgevoerd / waardoor de waterafvoer over langere tijd wordt gespreid. (gevolg, 1 punt)

Het aanbrengen van groene daken maakt voor een deel het effect van verstening en verharding ongedaan. Het oppervlak waar regenwater in de stad kan infiltreren, neemt daardoor weer toe. Ook natuurlijke processen als het opnemen en verdampen van water door bodem en vegetatie. Het vermindert het overstromingsrisico door lagere afvoerpieken. Helaas is het oppervlak 'groene daken' nog niet heel groot. Aanvullende maatregelen zijn gewenst zoals wadi's, vijvers en aanpassing van bestrating zodat meer water in de bodem kan infiltreren.

Opgave 3 – Van kanalisering naar Ruimte voor de Rivier

- 1p **5** Kenmerken (één gevraagd, 1 punt):
- de Maas heeft een relatief onregelmatig (afvoer)regiem / de Maas is een regenrivier
 - de Maas voert in de zomer weinig water af / de Maas heeft in de zomer een relatief klein debiet
 - de Maas heeft in Nederland een relatief groot verval / een relatief groot verhang

De eerste twee antwoorden gaan in op het feit dat de Maas een regenrivier is en daardoor een onregelmatige waterafvoer heeft. Na neerslag veel, in droge tijden weinig. We noemen dit een onregelmatig regiem met grote verschillen in debiet (afvoer op een bepaald moment). In de zomer is de waterafvoer laag door verdamping. Zie eventueel het Bosatlasdiagram 54^e druk 44C / 55^e druk 43D.

Het verval van de Maas in Nederland – het hoogteverschil tussen de binnenkomst in Zuid-Limburg en de monding – is relatief groot. Dit zorgt ook voor een relatief groot verhang, een groot hoogteverschil per kilometer. Hierdoor stroomt de rivier vrij snel en wordt het water na neerslag snel afgevoerd.

Met stuwen kan de afvoer worden vertraagd en het waterpeil op de gewenste hoogte worden gebracht. Bijvoorbeeld voor de scheepvaart en voor de waterhuishouding van de omliggende gebieden.

- 2p **6** Oorzaak lager binnendijkse gebied: daar vindt inklinking/bodemdaling plaats. (1 punt)
Oorzaak hogere uiterwaarden: daar vindt sedimentatie plaats. (1 punt)

Binnendijks land is land dat door winterdijken is omgeven en daardoor wordt beschermd tegen hoogwater. Buitendijks land is het gebied met de rivier, de zomerkade en de uiterwaarden dat bij hoogwater geheel onder staat.

Bij inklinking komen bodemdeeltjes dicht op elkaar te zitten, waardoor het oppervlak daalt. Meestal is dat het gevolg van onttrekking van water door bemaling van een polder. Dit treedt het sterkst op in veengebieden, waarvan een groot deel al zo'n 1 á 2 meter is ingezakt.

De uiterwaarden lopen bij hoog water onder. Daarbij neemt de stroomsnelheid af en bezinken er sedimenten. Zo worden de uiterwaarden steeds verder opgehoogd en liggen ze inmiddels hoger dan het aangrenzende binnendijkse gebied. Door de dijkaanleg vindt daar geen sedimentatie meer plaats.

Opgave 4 – Werken aan de Zandmaas in Limburg

- 2p **7** Uitleg:
- stroomopwaarts is de stroomsnelheid hoger (oorzaak, 1 punt)
 - waardoor daar grover sediment (grind) wordt afgezet / waardoor het fijnere sediment (zand) daar nog verder wordt meegevoerd (gevolg, 1 punt)

Hoe groter de stroomsnelheid van een rivier, des te zwaarder het materiaal dat nog kan worden getransporteerd. Vermindert de stroomsnelheid, dan wordt eerst het sediment met de grootste korrel afgezet, in dit geval grind. En later pas zand.

De Maas heeft in de bovenloop een vrij groot verhang, een vrij groot hoogteverschil per kilometer. In het verleden – in een tijd met een vochtiger klimaat – was de stroomsnelheid hoog en kon zelfs grind worden meegevoerd en afgezet tot in Nederland. Ook zand werd getransporteerd, maar dat bezonk vooral na Maasbracht waar de stroomsnelheid verder was afgenomen. Tegenwoordig wordt de stroomsnelheid door stuwen gereguleerd en vindt er veel minder sedimentatie plaats. Al helemaal niet van grind.

Volgens Rijkswaterstaat is het verhang van de Maas bij Borgharen (bij Maastricht) gemiddeld 40 cm per kilometer, bij Roermond 31,5 en bij Lith (bij Oss) nog maar 10. Ter vergelijking: de Rijn heeft bij Lobith – waar de rivier Nederland binnenstroomt – een verhang van 13,5 cm/km.

Opgave 5 – Zeeland bedreigd door zee en rivieren (oefenvragen)

- 8** Springtij is een getijde (eb en vloed) met extra grote verschillen tussen hoog- en laagwater. (1 punt)

Springtij komt voor als de aantrekkingskracht van zon en maan op de aarde samenwerken / als maan en zon in één lijn staan met de aarde / bij volle maan en nieuwe maan. (1 punt)

Getijden worden veroorzaakt door de aantrekkingskracht van maan en zon. Vloed is de fase van stijgend water tot aan hoogwater, eb de fase van daling van het waterpeil tot laagwater. De aantrekkingskracht van de maan is het sterkst. Daarom wordt de afwisseling van eb en vloed bepaald door de omloop van de maan rond de aarde in 28 dagen. Staan aarde, maan en zon in één lijn, dan is de aantrekkingskracht het sterkst en is het verschil tussen hoogwater en laagwater extra groot. Dit is springtij. Wanneer zon en maan in een hoek van 90 graden staan ten opzichte van de aarde, zijn er juist kleine getijverschillen. Dit noemt men doortij.

Naast aantrekkingskracht ondervindt de aarde een middelpuntvliedende kracht, waardoor er op de andere kant van de aarde hetzelfde getijde is. Eb en vloed duren samen 12 uur en 25 minuten. Ze trekken als een getijdegolf van zuid naar noord langs de Nederlandse kust. Bosatlaskaart Noordzee Water geeft dit weer (54^e druk 94 / 55^e druk 94).

- 9** Dan wordt (door de ligging van de Zeeuwse eilanden en zeearmen) de zee tegen de kust / in de zeearmen opgestuwd.

Zie eventueel de Bosatlasbladen 54^e druk 28-29 / 55^e druk 24-25. Bij wind uit het westen of noordwesten vindt opstuwing plaats tegen de kust en in de trechtervormige zeearmen. We spreken over stormvloed, wanneer zo'n storm samenvalt met springtij. Het peil van het water kan dan gevaarlijk hoog stijgen. Volgens bron 2 werd er bij Vlissingen een waterhoogte van meer dan 3,3 meter NAP verwacht met overstromingsgevaar. Bij springtij zonder storm ligt de waterhoogte bij Vlissingen iets boven 2,5 meter NAP. Gelukkig is de waterhoogte bij Vlissingen in januari 2017 onder 3 meter NAP gebleven.

- 10** Verklaring:

- de Oosterscheldekering wordt alleen gesloten bij overstromingsrisico / de Oosterscheldekering is een afsluitbare waterkering (oorzaak, 1 punt)
- er moet daarom voor worden gewaakt dat de kering bij stormvloed op tijd wordt gesloten / dat zich geen technische problemen voordoen (gevolg, 1 punt)

Bij de Deltawerken is ervoor gekozen de Oosterschelde niet af te sluiten met een vaste dam, maar een afsluitbare kering aan te leggen. Daardoor kon het zout-zoete milieu van de Oosterschelde behouden blijven. De Oosterscheldekering is 9 km lang. Over 3,5 km

hangen tussen 65 hoge pijlers schuiven die bij overstromingsrisico kunnen worden neergelaten. Dat komt ongeveer eenmaal per jaar voor. Regelmatig wordt getest of het ingewikkelde systeem nog goed werkt.

- 2p **11** Eén van onderstaande manieren (1 punt):
- wanneer de zeespiegel extra hoog is, kan het rivierwater niet goed afstromen naar zee (waardoor het risico bestaat dat de rivieren overstromen)
 - wanneer (door langdurige storm) waterkeringen lang worden gesloten kan minder rivierwater afstromen naar zee (waardoor het risico bestaat dat de rivieren overstromen)

Oplossing: het overtollige zeewater opslaan in bergingsgebieden (in de Zuidwestelijke delta).

De rivieren kunnen hun water alleen in zee kwijt als het niveau van het rivierwater hoger ligt dan de zeespiegel. Bij springtij en stormvloed is dat moeilijk door opstuwning van de zee en kunnen de rivieren overstromen. Het risico is extra groot als dit samenvalt met piekafvoer, extra hoge waterafvoer van de rivieren.

Wanneer afsluitbare waterkeringen als de Oosterscheldedam en sluizen worden dichtgedaan, worden ook de riviermonden afgesloten. Het waterpeil van de rivieren – toch al hoog door de piekafvoer – zal hierdoor tot een gevaarlijke hoogte kunnen stijgen. De Deltacommissie heeft aanbevolen een deel van de Zeeuwse wateren – Krammer-Volkerak Zoommeer, de Grevelingen en eventueel de Oosterschelde – geschikt te maken om overtollig rivierwater van Rijn en Maas tijdelijk op te slaan. Een aantal dijken moet daarvoor worden versterkt en verhoogd.

Opgave 6 – Verhoging van het waterpeil van het IJsselmeer (oefenvragen)

- 1p **12** Afvoer van Rijnwater (dat via de IJssel in het IJsselmeer stroomt) naar zee. (1 punt)

Zie Bosatlas 54^e druk 43C / 55^e druk 41C.

Het IJsselmeer is ontstaan door de afsluiting van de Zuiderzee met de Afsluitdijk. Door aanvoer van zoet Rijnwater via de IJssel is de zoute Zuiderzee een zoetwatermeer geworden. De grootste zoetwatervoorraad van Nederland. Vanaf het IJsselmeer wordt overtollig water geloosd op de Waddenzee via twee grote sluizen in de Afsluitdijk.

- 2p **13** Uitleg:
- door opwarming van het klimaat zal de zeespiegel (van de Waddenzee) stijgen (1 punt),
 - zonder maatregelen zou het waterpeil van het IJsselmeer op een bepaald moment te laag zijn om met vrij verval te kunnen spuien / om water te kunnen lozen op de Waddenzee (1 punt)

De spuisluisen in de Afsluitdijk worden opengezet bij laagwater in de Waddenzee. Het waterpeil is daar dan lager dan in het IJsselmeer. Het water kan door dit hoogteverschil vrij uitstromen in de Waddenzee: vrij verval. Wanneer het water tijdens vloed stijgt, worden de spuisluisen gesloten.

Door opwarming van het klimaat zal naar verwachting het waterpeil van de Waddenzee stijgen. De aanbeveling van de Deltacommissie is erop gericht het waterpeil van het IJsselmeer steeds evenveel te verhogen. Dan blijft het hoogteverschil gelijk. Anders zou het water op den duur moeten worden weggepompt.

De bergingscapaciteit van het IJsselmeer neemt toe, wanneer het meer dieper wordt. Daardoor ontstaat een grote zoetwatervoorraad. Met al dat zoet water kan onder andere de drinkwatervoorziening veilig worden gesteld en verzilting worden tegengaan in omringende gebieden. De verzilting zal anders toenemen door meer zoute kwel, het doorsijpelen van zout water via de ondergrond, en het opdringen van zeewater in de Nieuwe Waterweg ten gevolge van zeespiegelstijging en bodemdaling. Zie Bosatlaskaart 54^e druk 46A / 55^e druk 44A.

14 Uitleg:

- bij verhoging van het waterpeil van het IJsselmeer zijn er grote uitgaven nodig om de gebieden rond het IJsselmeer te beschermen / aan te passen
- met inzet van pompen hoeft het waterpeil minder te stijgen en zijn de kosten lager

Het waterpeil van het IJsselmeer kan alleen worden verhoogd als het omringende gebied wordt beschermd bv. door verhoging van dijken en vernieuwing van waterwerken zoals sluizen. Bovendien moet de afwatering worden aangepast. Het gaat om veel dure projecten. Wanneer pompen worden ingezet kan een deel van de kosten worden bespaard. Een bijkomend voordeel is dat de ingrepen in het landschap minder drastisch zullen zijn. Denk bv. aan bewoners in de buurt van op te hogen dijken of aan oude haventjes die moeten worden aanpast aan een nieuw waterpeil. Een extra voordeel van de pompen is de flexibiliteit. De waterafvoer kan veel makkelijker worden aangepast aan onverwachte ontwikkelingen.

15 De stelling is onjuist. (0 punten)

Eén van onderstaande argumentaties:

Argumentatie 1:

- via de IJssel wordt steeds zoet water aangevoerd (dat normaal in de Waddenzee wordt gespuid) (1 punt)
- met de spuisluizen kan worden gezorgd dat er voldoende water wordt vastgehouden in het IJsselmeer (1 punt)

Argumentatie 2:

- de verhoging van het waterpeil met 1,5 meter geldt voor de periode tot na 2100 (1 punt)
- daarom hoeft het peil per jaar maar enkele centimeters te stijgen (wat geen probleem is) (1 punt)

Het antwoord 'onjuist' levert geen punten op. Dat kun je gokken. Je scoort met het argument. Wanneer je in een vraag kunt kiezen uit meer dan twee alternatieven is meestal wel een score te behalen.

De verhoging van het waterpeil van het IJsselmeer met 1,5 meter moet volgens de Deltacommissie voldoende zijn tot na 2100. Over zo'n lange tijd is de aanvoer van zoet water geen probleem.

Opgave 7 – Dijkverlegging bij Cortenoever**16** Uitleg:

- de rivier stroomt in de buitenbocht harder dan in de binnenbocht / de kracht van het water is in de buitenbocht groter dan in de binnenbocht (oorzaak, 1 punt)
- waardoor in de buitenbocht erosie optreedt en in de binnenbocht sedimentatie plaatsvindt (gevolg, 1 punt)

Dit verplaatsen van rivierbochten noemen we meanderen. Bij een bocht in een rivier komt de stroming vooral in de buitenbocht te liggen. Daar is de stroomsnelheid het hoogst, de eroderende kracht het grootst en zal erosie optreden. De binnenbocht bevindt zich min of meer in de luwte. Daar is de stroming gering en kan sediment worden afgezet. Door deze twee processen, erosie en sedimentatie, wordt de bocht steeds groter. De bedding verplaatst zich loodrecht op de bocht naar buiten. Tot de bocht te groot is en wordt afgesneden.

17 Maatregelen die vooral de afvoer versnellen (2 juist: 1 punt; 1 of 0 juist: 0 punten):

- het verlagen van kribben
- het verwijderen van obstakels

Minder overstromingsrisico: er wordt meer ruimte voor de rivier gemaakt / (de opslagcapaciteit van) het winterbed wordt vergroot. (1 punt)

Kribben zijn bedoeld om bij lage waterafvoer de stroming midden in het zomerbed te houden. Bij grote waterafvoer remmen ze echter de stroming af en stuwen het water op. Kribverlaging zorgt ervoor dat bij hoge waterstand het rivierwater over de kribben kan stromen.

Obstakels voor de rivieren zijn bv. toeritten naar bruggen of oude steenfabrieken in de uiterwaarden. Ook die remmen de waterafvoer bij hoge waterstanden en kunnen beter worden verwijderd.

Het verdiepen en verbreden van het zomerbed is bedoeld om de waterstand van de rivier te verlagen. Hierdoor daalt ook de grondwaterspiegel. Het heeft als neveneffect dat de waterberging groter wordt.

Door het graven van nevengeulen wordt de afvoercapaciteit van de rivieren vergroot en het overstromingsrisico verkleind. Het wordt vooral uitgevoerd waar de bedding nauw is. Bron 4 laat goed zien dat er door het verleggen van de dijk bij Cortenoever een groot stuk binnendijks, door dijken beschermd land is omgezet in buitendijks land (niet door dijken beschermd). Het kan bij extra hoog water onderlopen. Door de dijkverlegging is het waterbergend vermogen van dit gebied vergroot. Stroomafwaarts is de afvoerpiek lager en is er minder overstromingsrisico.

2p **18** Redenering:

- bij lokale boeren bestond de meeste weerstand (1 punt)
- omdat zij landbouwgrond moesten opgeven / omdat er na de dijkverlegging boerderijen buitendijks kwamen te liggen / omdat er boerderijen na de dijkverlegging bij hoogwater onder kunnen lopen (1 punt)

De lokale boeren voelen zich bedreigd door de dijkverlegging. Landbouwgrond en boerderijen komen buitendijks te liggen. Overigens wordt de oude dijk zo ingericht dat het gebied tussen de oude en de nieuwe dijk alleen bij extreem hoog water overstroomt. Zeker niet ieder jaar. Sommige bedrijven worden verplaatst. Eén boerderij en enkele woningen worden op een terp herbouwd.

Zutphen ligt stroomafwaarts van Cortenoever. Daar zal bij extreem hoog water de afvoerpiek van de IJssel door de dijkverlegging 30 centimeter lager zijn. De bewoners van Zutphen zullen daar niet tegen zijn.

Er worden in de vraag drie instanties genoemd die op enige manier betrokken zijn bij de dijkverlegging. Misschien hebben ze kritiek op onderdelen, maar ze zullen er niet tegen zijn. Rijkswaterstaat is op de uitvoerder van grote waterwerken, de provincie Gelderland is medeverantwoordelijk voor waterbeleid in Cortenoever, en het waterschap is o.a. verantwoordelijk voor veiligheid en waterkwaliteit.

2p **19** Uitleg:

- bij sluiting van de stuw bij Driel stroomt meer (Rijn)water de IJssel in (oorzaak, 1 punt)
- waardoor de waterstand van het IJsselmeer op peil gehouden kan worden / waardoor er in het IJsselmeer voldoende zoet water beschikbaar is voor het noorden van Nederland (gevolg, 1 punt)

Zie voor de waterverdeling door de stuw bij Driel Bosatlaskaart 54^e druk 43C3 / 55^e druk 41C3. Bij een open stuw stroomt veel water van de Rijn door de Neder-Rijn, die verderop Lek wordt genoemd. Dit kan nodig zijn bij piekafvoer van de Rijn.

Door het sluiten van de stuw wordt veel water naar de IJssel geleid en via die rivier naar het IJsselmeer. Dat vormt een grote zoetwatervoorraad voor o.a. Noord-Nederland. Het zorgt bv. voor voldoende water in sloten en kanalen, en is ook belangrijk voor het tegengaan van verzilting. Via stuwen in takken van de Rijn kan ook de bevaarbaarheid worden geregeld.