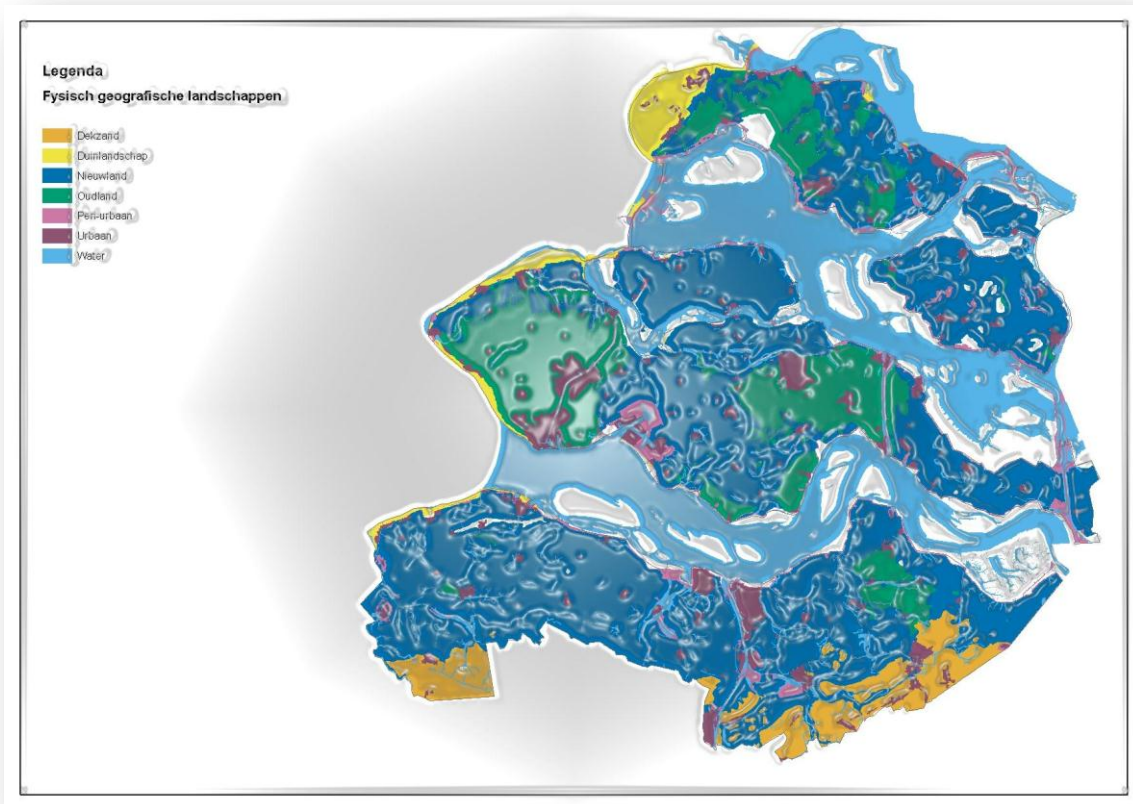


DUURZAAM DOENDERZOEK IN DE ZEEUWSE DELTA

Ecosysteemdiensten in de praktijk

Deelresultaat 1

Analyse van landschappen resulterend in een overzicht van ecosysteemdiensten in de provincie Zeeland



Auteurs:

Simone Verzandvoort en Annemieke Smit (Alterra, Wageningen UR)

Ellen Wilms (Brons & Partners)

Don Monfils (WTS Architecten)

Mojca Kuijpers – Ekart (MOJ design)

Met bijdragen van het consortium.

Inhoud

DEELRESULTAAT 1.1 RUIMTELIJKE INVENTARISATIE VAN ECOSYSTEEDIENSTEN IN DE PROVINCIE ZEELAND	4
1.1 VOORINVENTARISATIE VAN RELEVANTE ECOSYSTEEDIENSTEN IN ZEELAND	4
1.2 PRODUCERENDE DIENSTEN	10
1.2.1 Voedselproductie grondgebonden (1)	10
1.2.2 Energieproductie uit biomassa, WKO, wind, zon, water (2)	18
1.2.3 Drinkwaterproductie	23
1.3 REGULERENDE DIENSTEN	25
1.3.1 Voorraadbeheersing van zoet water: waterberging en waternalevering	25
1.3.2 Koolstofvastlegging en koolstofvasthouding (5)	34
1.3.3 Lokale klimaatbeheersing en zuivering van lucht (6)	37
1.3.4 Bestuiving door insecten en ziekte- en plaagwering (7)	40
1.4 CULTURELE DIENSTEN	42
1.4.1 Beleefbaarheid Zeeuws landschap en Zeeuwse identiteit (8)	42
1.4.2 Recreatie en toerisme (9)	50
1.4.3 Leefbaarheid	54
1.5 HABITAT SERVICES	56
1.5.1 Behoud van biodiversiteit	56
DEELRESULTAAT 1.2 VISUALISATIE VAN ECOSYSTEEDIENSTEN	59
DEELRESULTAAT 1.3 SCHETS VAN ECONOMISCHE LANDSCHAPPEN	60
1.6 REGIONAAL PRODUCT	60
1.7 INVESTERINGEN	61
1.8 WERKGELEGENHEID	62
1.9 RELEVANTE ECOSYSTEEDIENSTEN VOOR ECONOMISCHE SECTOREN	62
DEELRESULTAAT 1.4 CONCEPT-DEFINITIES VAN GEBRUIKERSLANDSCHAPPEN	65
APPENDIX 1 TYPOLOGIE VAN ECOSYSTEEDIENSTEN VOLGENS TEEB STUDIES	66
REFERENTIES	67

Deelresultaat 1.1 Ruimtelijke inventarisatie van ecosysteemdiensten in de Provincie Zeeland

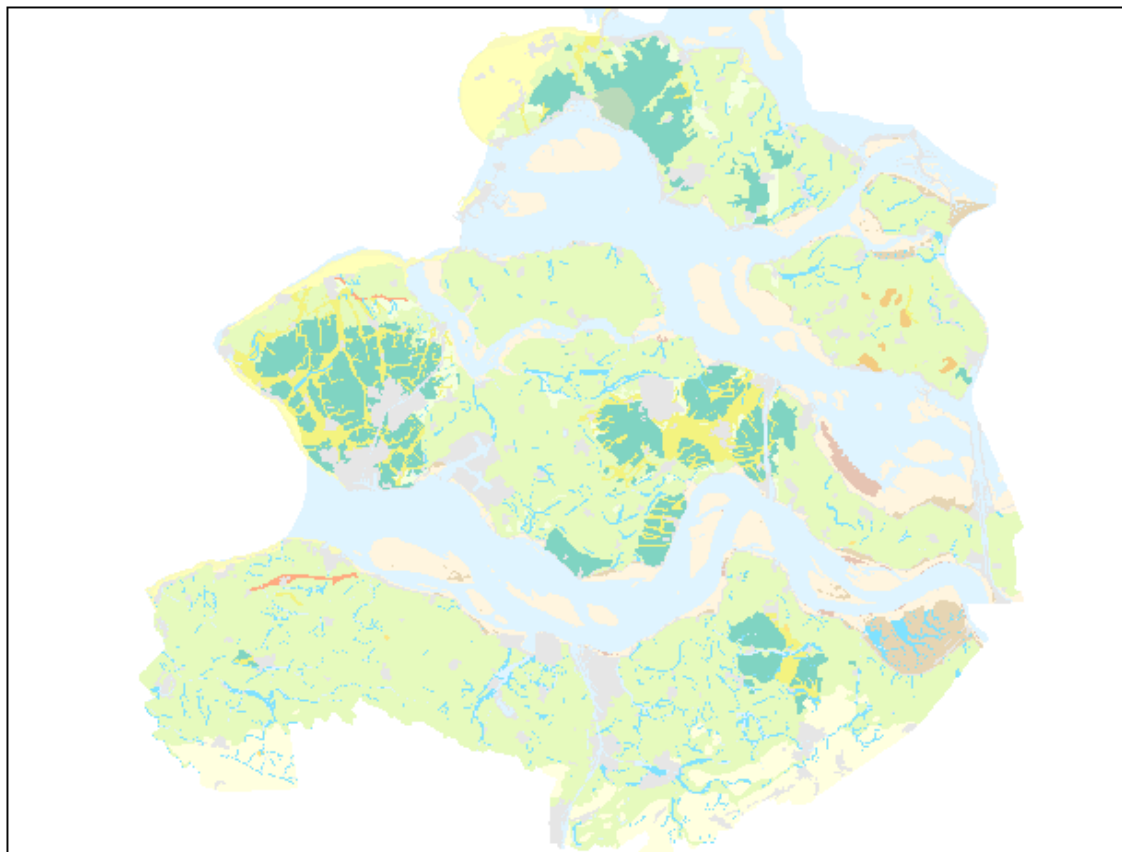
Een ruimtelijke inventarisatie van ecosysteemdiensten waaruit blijkt wie de potentiële gebruikers zijn van ecosysteemdiensten

1.1 Voorinventarisatie van relevante ecosysteemdiensten in Zeeland

Zeeland kent een grote diversiteit aan landschappen, en daarmee ecosystemen. Voor Zeeland relevante ecosysteemdiensten werden geïnventariseerd aan de hand van de typologie van ecosysteemdiensten van de TEEB studies¹ (Appendix 1). Deze typologie onderscheidt drie categorieën die in grote lijnen overeenkomen met de indeling zoals gehanteerd in de Millennium Ecosystem Assessment (MA) (2003): producerende diensten ('provisioning services'), regulerende diensten ('regulating services') en culturele diensten ('cultural services'). De MA onderscheidde ook ondersteunende diensten ('supporting services'), maar deze worden in de indeling van de TEEB studies beschouwd als ecologische processen, en niet als ecosysteemdiensten. In plaats daarvan werd de categorie habitatdiensten toegevoegd met de diensten behoud van levenscycli van soorten en behoud van genetische diversiteit.

Om aanbod en gebruik van de ecosysteemdiensten ruimtelijk te kunnen weergeven, is het nodig een ruimtelijke schematisatie te kiezen. In dit project is gekozen voor de indeling in fysisch-geografische hoofdlandschappen, zoals de Provincie Zeeland hanteert voor het Omgevingsplan. Deze fysisch geografische hoofdlandschappen zijn samengesteld op basis van de Fysisch Geografische Eenhedenkaart van de Provincie Zeeland (ontleend aan CSO, 2008) (Figuur 1, Tabel 1 en Figuur 2).

¹ The Economics of Ecosystems and Biodiversity – www.teeb.org























Legend

0 5 10 20 Kilometers

Fysisch Geografische eenhedenkaart

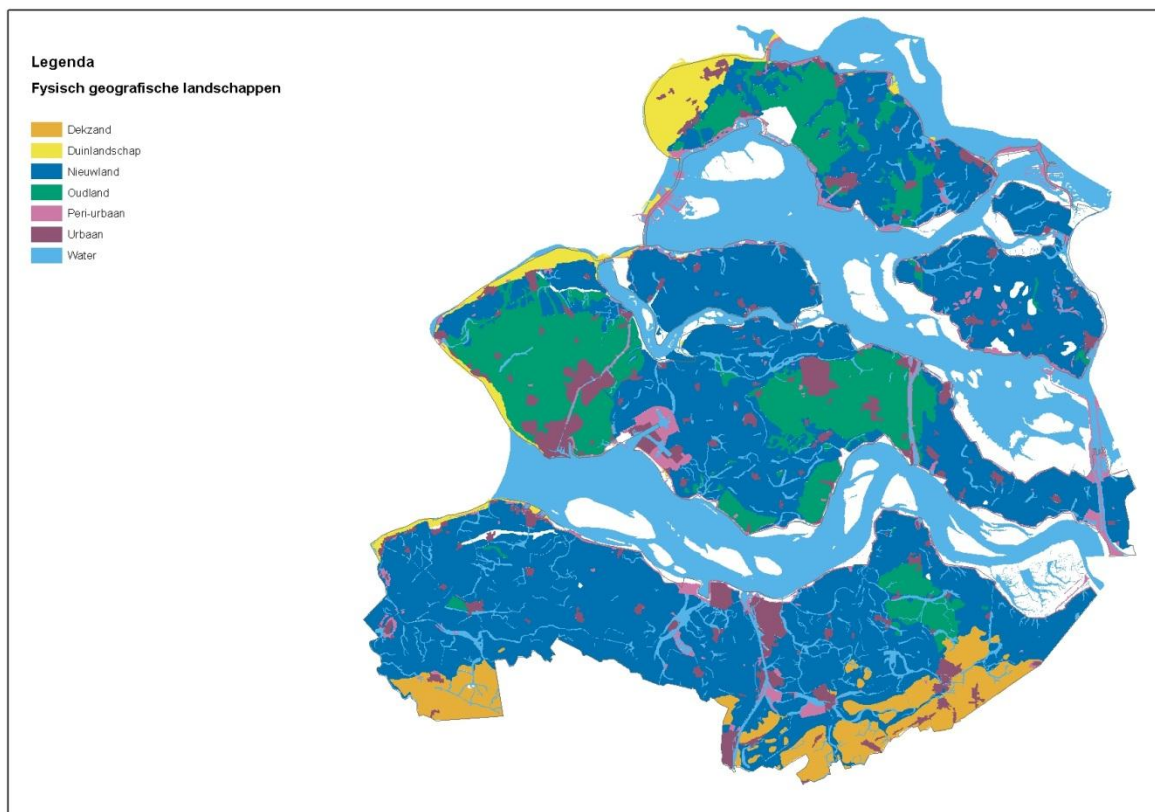
LANDTYPE3

 Duingebied	 Kreeken
 Getij-afzettingen	 Kust-/strandwal
 Welvingen in getijafzettingen	 Moerassige vlakte
 Oude zeekleigronden	 Ontgonnen veenvlakte
 Dekzandgebied	 Poelgronden
 Aanwasvlakte	 Schor
 Antropogeen	 Slik/plaat
 Doorbraak waaier	 Strandvlakte
 Kreekkruggen	 Veen-/kleibanken
	 Veenrestant
	 Water

Figuur 1 Fysisch-geografische eenhedenkaart van de Provincie Zeeland. Bron gegevens: Provincie Zeeland.

Tabel 1 Aggregatie van fysisch-geografische eenheden tot fysisch-geografische hoofdlandschappen.

Fysisch-geografisch hoofdlandschap t.b.v. ruimtelijke inventarisatie ESD	Fysisch-geografische eenheden
Duinlandschap	strandvlakte duingebied
Oudland	Kreekkruggen Poelgronden
Nieuwland	Welvingen in getij-afzettingen Getij-afzettingen (maar ook deels Welvingen in getijafzettingen, in de kaart weergegeven als Oudland)
Dekzand	Dekzandgebied
Urbaan	Landtype: Antropogeen + bebouwing
peri-urbaan	Landtype: Antropogeen + alle overige eenheden
Water	Kreken Overige wateren = water



Figuur 2 Fysisch-geografische hoofdlandschappen in de Provincie Zeeland. Het estuarium- en zee-armengebied is in wit aangegeven, omdat het niet apart onderscheiden is t.b.v. de voorinventarisatie van de ecosysteemdiensten.

De fysisch-geografische hoofdlandschappen worden hieronder beschreven. Een deel van de beschrijvingen is direct ontleend aan CSO (2008). Voor ieder van de landschappen werd een inschatting gemaakt van het aanbod aan ecosysteemdiensten op basis van expert-kennis van medewerkers van de Provincie Zeeland (Directie Ruimte, Water en Milieu). De ecosysteemdiensten met een significant aanbod (score 2 of meer in 2 hoofdlandschappen) werden geselecteerd voor

uitwerking in de ruimtelijke inventarisatie (Tabel 3). Ecosysteemdiensten van het hoofdlandschap 'Water' zijn niet uitgewerkt in de ruimtelijke inventarisatie vanwege de focus van het project op bodem, ondergrond en landschap in het kader van het SKB-programma Duurzame Ontwikkeling van de Ondergrond. Daarnaast zijn de ecosysteemdiensten van de Zeeuwse wateren uitgewerkt in diverse andere studies (o.a. Böhnke en De Groot, 2010).

De ecosysteemdienst die waterkeringsfunctie van dijken en duinen beschrijft is niet beschouwd, omdat de waterveiligheidsopgave onderwerp is van diverse andere studies. Anderzijds biedt de ontwikkeling van strand en binnen- en buitendijks land om de veiligheid tegen overstromingen te vergroten kansen voor het 'stapelen' van ecosysteemdiensten. Voorbeelden zijn het inpassen van wonen en recreatie in dijk- en duingebieden: wonen op zgn delta- of klimaatdijken (Provincie Zeeland, 2011), openstelling van werkwegen op dijken langs de Ooster- en Westerschelde voor fietsers en wandelaars.

Tabel 2 Beschrijving van fysisch-geografische hoofdlandschappen. Bronnen: CSO (2008).

<p>Dekzandgebied</p> <p>Het dekzandgebied is gevormd in de koude en droge periode van de laatste ijstijd. De zeespiegel stond destijds lager dan de huidige zeespiegel, waardoor de Noordzee een droge vlakte was, met nauwelijks begroeiing. De wind had vat op de schaars bedekte bodem van zand, dat ging verstuiven. Waar zand werd weggeblazen ontstonden laagten, op andere plaatsen verzamelde hetzelfde zand zich en vormde ruggen en kopjes. In geheel Zeeland komt dekzand in de ondergrond voor. Slechts op twee locaties in Zeeuws-Vlaanderen komen de dekzandgebieden aan het oppervlak voor. Het oppervlak van de dekzandgebieden bestaat uit over het algemeen zuidwest-noordoost gerichte dekzandruggen en heeft een zwak golvend reliëf.</p>
<p>Duingebied</p> <p>De aanvoer van zand door de zee heeft in eerste instantie strandwallen gevormd. Strandwallen zijn langgerekte zandbanken die evenwijdig aan de kust zijn opgeworpen in de branding. Aan het begin van het Holoceen werden ze, vanwege de lage zeespiegelstand ten opzichte van de huidige (zie Bijlage 3), ver naar het westen gevormd. Door de zeespiegelstijging zijn ze vervolgens in oostelijke richting verplaatst. Rond 3000 voor Chr. nam de zeespiegelstijging sterk af en zijn deze strandwallen aan elkaar en hoger gegroeid. Daarna is zandtransport door de wind op gang gekomen en zijn de Oude Duinen gevormd. Op deze ondergrond heeft zich een duingebied ontwikkeld met een complexe morfologie waarbij processen van verstuiwing en afkalving een grote rol speelden en spelen. Op deze ondergrond heeft zich een nieuw en jonger duingebied ontwikkeld.</p> <p>De kustduingebieden in Zeeland komen voor langs de kusten van Schouwen-Duiveland, Walcheren en Zeeuws-Vlaanderen. Vooral het omvangrijke duinencomplex op de kop van Schouwen heeft een grote verscheidenheid in landschapsvormen en -patronen.</p>
<p>Nieuwland</p> <p>Er zijn diverse definities van het Nieuwland in Zeeland. In de meeste definities wordt Nieuwland omschreven als het land dat na 1250 is opgeslibd via opwas en aanwas. Het nieuwland heeft, in tegenstelling tot het oudland, een regelmatige verkaveling en een vlakke ligging. De regelmatige verkaveling is ontstaan doordat er steeds opnieuw dijken aangelegd werden die de nieuw opgeslibde stukken land veilig stelden. De vlakke ligging ten opzichte van het oudland komt door het ontbreken van veenlagen in de ondergrond, waardoor het maaiveld minder gedifferentieerd gedaald is door inklinking (Stichting Deltawerken, www.deltawerken.com).</p>
<p>Oudland</p> <p>Kreekruggen, poelgronden en oude zeeleiggronden worden samen oudland genoemd, omdat deze eenheden het oudste landschap in Zuidwest-Nederland vormen. De zee heeft later grote delen van dit oudland vernietigd. Het oudland heeft een onregelmatige ligging en verkaveling. Dit komt door de inklinking van het veen, waardoor grote hoogteverschillen in het landschap ontstonden (Stichting Deltawerken, www.deltawerken.com).</p> <p>Kreekruggen zijn uit voormalige krekken ontstaan. Door de krekken stroomde met het getij water het gebied in en uit. De stroomsnelheden in de krekken zijn hoger dan op de overstroemde vlaktes (kommen). Hierdoor word in de krekken het zwaardere zand afgezet en op de vlaktes de lichtere klei. Op sommige plaatsen ligt er aan weerszijden langs de kreek een lage oeverwal die bij elke vloed steeds een beetje wordt opgehoogd. Na inpoldering van een kreek begint het proces van reliëfomkering door ontwatering en inklinking. Klei en veen klinken in, zand niet met als gevolg dat het oorspronkelijke lage deel van het landschap uiteindelijk hoog komt te liggen. De voormalige krekken zijn nu als ruggen in het land te herkennen.</p> <p>De kreekruggen zijn niet goed herkenbaar in de kaart van de fysisch-geografische hoofdlandschappen, omdat ze samen met de poelgronden zijn ingedeeld in het hoofdlandschap 'Oudland'. Figuur 3 geeft een beter beeld van de ligging van de kreekruggen.</p>

Poelgronden zijn de oorspronkelijke veengebieden die na de overstromingen tussen de kreken zijn blijven liggen en met klei zijn bedekt. Via de kreken stroomde met het getij water het gebied in en uit. Bij de kentering van het getij kwam het water op de poelgronden tot rust. Hierdoor konden ook de fijnste deeltjes, de klei, worden afgezet. Vanaf de vroege middeleeuwen begonnen de bewoners met het bouwen van dijken. Door inklinking van het veen en de klei trad reliëfinversie op (zie ook kreekruggen). De poelgronden liggen hierdoor nu lager dan de kreekruggen.

In de oude zeekleigronden komt oude blauwe zeeklei aan de oppervlakte. Ten tijde van de gesloten strandwal was hier een laag veen ontstaan. Het gebied lag toen in het midden van de poelgronden. Omdat het ver van kreken aflag is er geen nieuwe zeeklei op afgezet. Door moertering in de Middeleeuwen is het veen grotendeels verdwenen. Later is door vertering en bewerking van het land het veen geheel verdwenen. De laag oude zeeklei die onder het veen aanwezig was ligt nu aan de oppervlakte.

Peri-urbaan

Het peri-urbane gebied omvat de rand om het urbane gebied heen, waar vooral bebouwing voor bedrijven, industrie en infrastructuur is. De peri-urbane gebieden zijn veel recenter tot stand gekomen dan de urbane gebieden en hebben in veel mindere mate een relatie met de fysisch geografische landschappen (ondergrond). De locatie t.o.v. (vaar)wegen is hier van groter belang.

Urbaan

Het urbane gebied omvat het bebouwde gebied van steden en dorpen. De nadruk ligt op de woonfuncties. Dit landschapstype heeft op zich geen directe relatie met de natuurhistorie, hoewel er in veel gevallen wel een verband is tussen droge en stabiele ondergrond en oude stadskernen

Estuarium-/zeearmgebied

Het Estuarium/Zeearmgebied wordt gekenmerkt door de aanwezigheid van:

- Veen-/kleibanken: platen/banken met restanten klei-/veenafzettingen. Door dijkdoorbraken zijn voormalige poelgronden (veen- en kleigebied) teruggewonnen door de zee. Door de hoge weerstand van veen en klei tegen erosie is nog niet al het veen en klei verdwenen.
- Slikken/platen: gebieden die door sedimentatie worden opgehoogd, maar bij hoogwater vrijwel geheel onder water staan. Bij eb vallen ze droog. Slikken grenzen aan land en platen liggen als eilanden in het water.
- Schorren: buitendijks gelegen gebieden die door opslibbing hoger liggen dan slikken. Ze worden dan ook niet dagelijks overspoeld. Alleen bij springtij komen ze onder water. Deze vlaktes zijn begroeid met zoutminnende vegetatie.
- Strandvlakten: gebieden die door golfwerking en transport van zand ontstaan grenzend aan het land.

Het estuarium-/zeearmgebied omvat deze landschapselementen in de Westerschelde, Oosterschelde en de Voordelta.

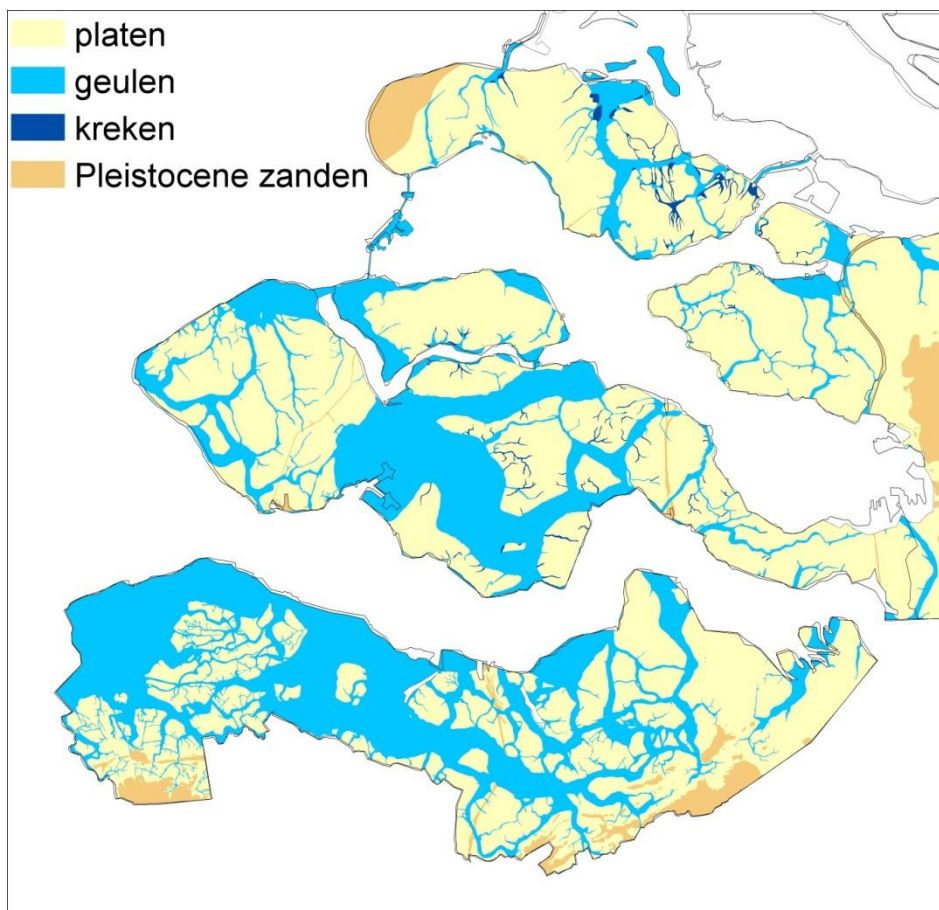
De Voordelta is het ondiepe zeegebied dat grenst aan de Zuid-Nederlandse delta (provincie Zeeland en Zuid-Holland). Het is een groot en open kustgebied, waar natuurlijke processen als golfwerking, stroming en zand- en slibtransport met een grote dynamiek plaatsvinden. Hierdoor worden zandplaten en schelpenbanken gevormd, waarvan sommige met laagwater droogvallen. Deze banken vormen een afwisseling tussen diepe en ondiepe stukken.

De Oosterschelde is vanaf de Middeleeuwen eeuwenlang de belangrijkste weg van de Schelde naar zee geweest. De rivier won steeds meer terrein op het land. Het aanleggen van dijken heeft de Oosterschelde de laatste eeuwen zijn huidige omvang gegeven. Door de bouw van de Oosterscheldedekering is een deel van de dynamiek van het systeem verloren gegaan. Nog steeds zijn er gebieden in de Oosterschelde die bij hoogwater onder water staan, en bij laagwater droogvallen. Deze slikken en schorren zijn een belangrijk foerageergebied voor vogels. De aanleg van de stormvloedkering heeft de verhouding tussen het debiet van eb en vloed en de komberging in de Oosterschelde verstoord. Hierdoor lopen de geulen vol met zand afkomstig van de schorren, slikken en platen. Dit betekent dat langzaam maar zeker schorren, slikken en platen in de geulen van de zeearm verdwijnen.

De Westerschelde is de belangrijkste verbinding van de Schelde met zee. Het estuarium van de Westerschelde bestaat hier uit een dynamisch landschap met vele stroomgeulen, zandbanken, slikplaten en langs de oevers slikken, schorren en kreken. In ecologisch opzicht is dit een unieke situatie aangezien hier zoet en zout water gemengd worden. Waar de Schelde Nederland binnenstroomt, wordt de rivier aan beide zijden omzoomd door uitgestrekte brakwaterschorren, zoals het Verdrongen Land van Saeftinghe en het Groot Buitenschoor. De bedding van de rivier verbreedt zich hierna, waardoor het karakter van het landschap verandert naar het dynamische landschap. Bij laag water vallen grote oppervlakten slikken en zandplaten droog. Ter hoogte van Vlissingen en Breskens versmalt de Schelde zich om daarna in de Noordzee uit te monden. Hier zijn de getijstromen het sterkst en de geulen het diepst.

Water

Het hoofdlandschap water omvat kreken en overige wateren. Deze omvatten zowel de deltawateren als het water in open verbinding met de zee.



Figuur 3 Geomorfoloogische kaart van Zeeland op basis van zoetwatervoorkomen. Bron: REGIS.

Tabel 3 Relevante ecosysteemdiensten in fysisch-geografische hoofdlandschappen in Zeeland. Breedte van groene balk geeft mate van potentieel aanbod.

Nr	Ecosysteemdiensten	Duinlandschap	Oudland	Nieuwland	Dekzand	Urbaan	Peri-urbaan	Water
Producterende diensten								
1	Voedselproductie grondgebonden (incl zilte teelt op land)		■ ■	■ ■	■ ■		■ ■	■ ■
2	Energieproductie uit biomassa, WKO, wind, zon, water (getijden, osmose)	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■
3	Drinkwaterproductie	■ ■			■ ■			
Regulerende diensten								
4	Voorraadbeheersing zoet water (waternalevering, waterberging, zoutwaterbuffering)	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■
5	C-vasthouding		■ ■	■ ■	■ ■			
6	Lokale klimaatbeheersing					■ ■	■ ■	
7	Bestuiving door insecten en ziekte- en plaagwering	■ ■	■ ■	■ ■				
Culturele diensten								
8	Beleefbaarheid Zeeuws landschap en Zeeuwse identiteit	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■		
9	Recreatie & toerisme	■ ■	■ ■		■ ■			■ ■
10	Sociale leefbaarheid					■ ■	■ ■	
Habitatdiensten								
11	Behoud van biodiversiteit	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■			■ ■

In de navolgende paragrafen worden voor iedere ecosysteemdienst de volgende aspecten besproken:

- Wat doet de dienst (i.e. welke welvaartseffecten levert de dienst in termen van goederen en/of diensten)?
- Ruimtelijke weergave potentieel aanbod
- Ruimtelijke weergave actuele benutting
- Kwantificering potentieel aanbod en actuele benutting

1.2 Producterende diensten

Ecosystemen leveren producten, zoals voedsel, water, hout en genetische bronnen. Deze diensten noemen we producerende diensten (MA, 2005).

1.2.1 Voedselproductie grondgebonden (1)

Wat doet de dienst?

Voedselproductie is een van de producerende diensten van het agro-ecosysteem. Het vermogen van de bodem om nutriënten vrij te maken uit organische stof, ze tijdelijk vast te houden en later vrij te geven, en het waterbergend en waternaleverend vermogen van de bodem maken dat landbouw kan worden gepleegd. De combinatie van grondsoort, waterpeil en bodemleven (schimmels, bacteriën en fauna) bepalen de geschiktheid voor de teelt van gewassen. Deze dienst wordt een handje geholpen door bemesting en bewerking van het land, maar uit onderzoek blijkt dat hoe meer het gewas en het beheer van de bodem (bemesting en bewerking) gebruik maken van de ecosysteemdiensten, hoe minder input van brandstof en kunstmest nodig is (Ten Berge en Postma, 2010).

Aquacultuur op land omvat de teelt van vissen, schelp- en schaaldieren, zagers en zilte groenten, algen en wieren in binnendijs land, in getijddevlakten en getijde-wetlands. De combinatie van deze teelten kan resulteren in een efficiënt en ecologisch duurzaam systeem, waarin geen visvoer wordt gebruikt, omdat er een gesloten kringloop ontstaat. Als producerende dienst levert aquacultuur alle genoemde producten. Daarnaast biedt aquacultuur op land de mogelijkheid landbouw te bedrijven in gebieden met een toenemende invloed van zout grondwater als gevolg van de stijging van de zeespiegel (www.ziltetong.nl).

Ruimtelijke weergave potentieel aanbod

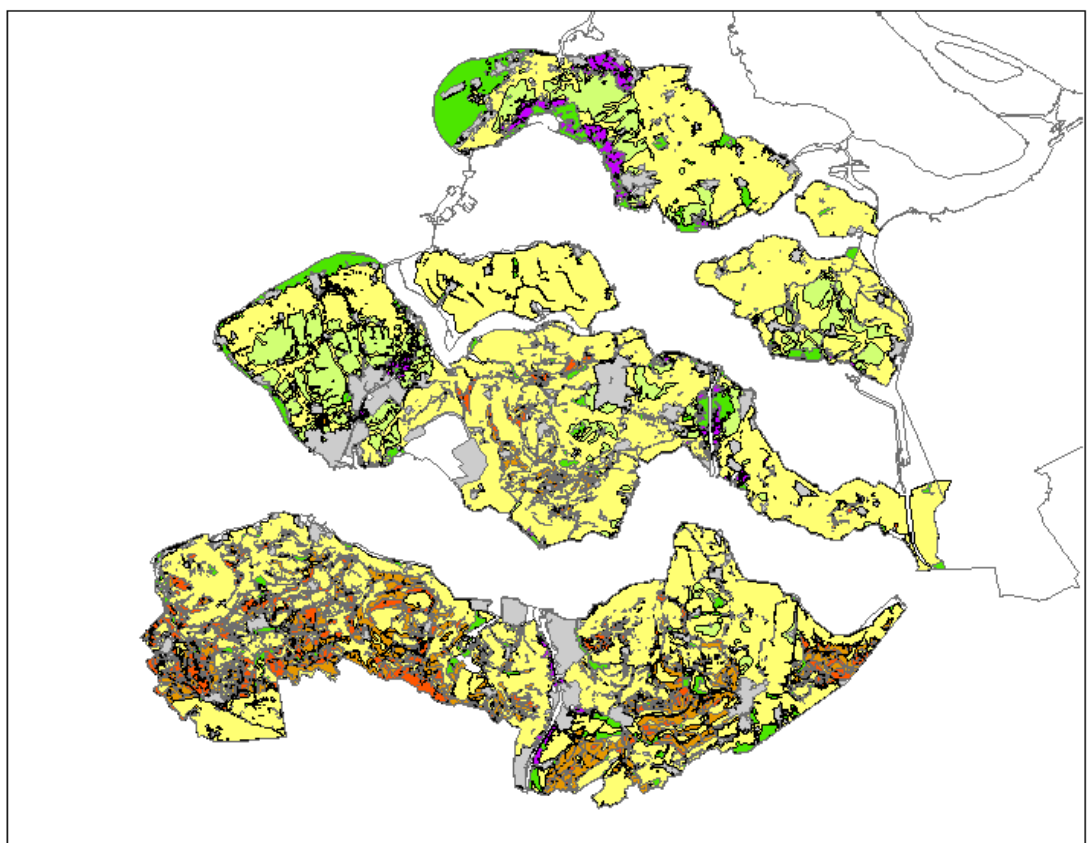
De potentie voor voedselproductie in niet-zilte teelten kan worden weergegeven in een teeltvoorkeurkaart, die is gemaakt op basis van de fysische bodemeigenschappen (Figuur 4). . Voor de toekenning van geschiktheid wordt uitgegaan van het bodemtype met drie hydrologische randvoorwaarden:

- Basis: met goede hydrologische randvoorwaarden
- Kwel: met zoute kwel tot in de wortelzone
- Zoet: met voldoende zoet grondwater voor beregening

De beoordeling van de landbouwkundige geschiktheid is gebaseerd op 'expert judgement' . Vervolgens zijn de teelten ruimtelijk gealloceerd op basis van de volgende prioriteitstelling: intensief>fruit>akker>weide>marien². De basis voor de allocatie van natuurgebied is niet toegelicht in de meta-informatie bij de teeltvoorkeurkaart.

De teeltvoorkeurkaart laat zien dat de op grond van de bodem in het grootste deel van Zeeland het best geschikt is voor akkerbouw. In Zeeuws-Vlaanderen zijn intensieve landbouw en fruitteelt goed mogelijk. Weidebouw is de voorkeursteelt voor delen van Schouwen-Duiveland, Walcheren en Tholen.

² De lage prioriteit toegekend aan mariene teelten vraagt om herziening door het toenemend belang van Duurzaam Doenderzoek in de Zeeuwse Delta – Ruimtelijke inventarisatie van ecosysteemdiensten (Deelresultaat 1)



Legenda

0 5 10 20
Kilometer

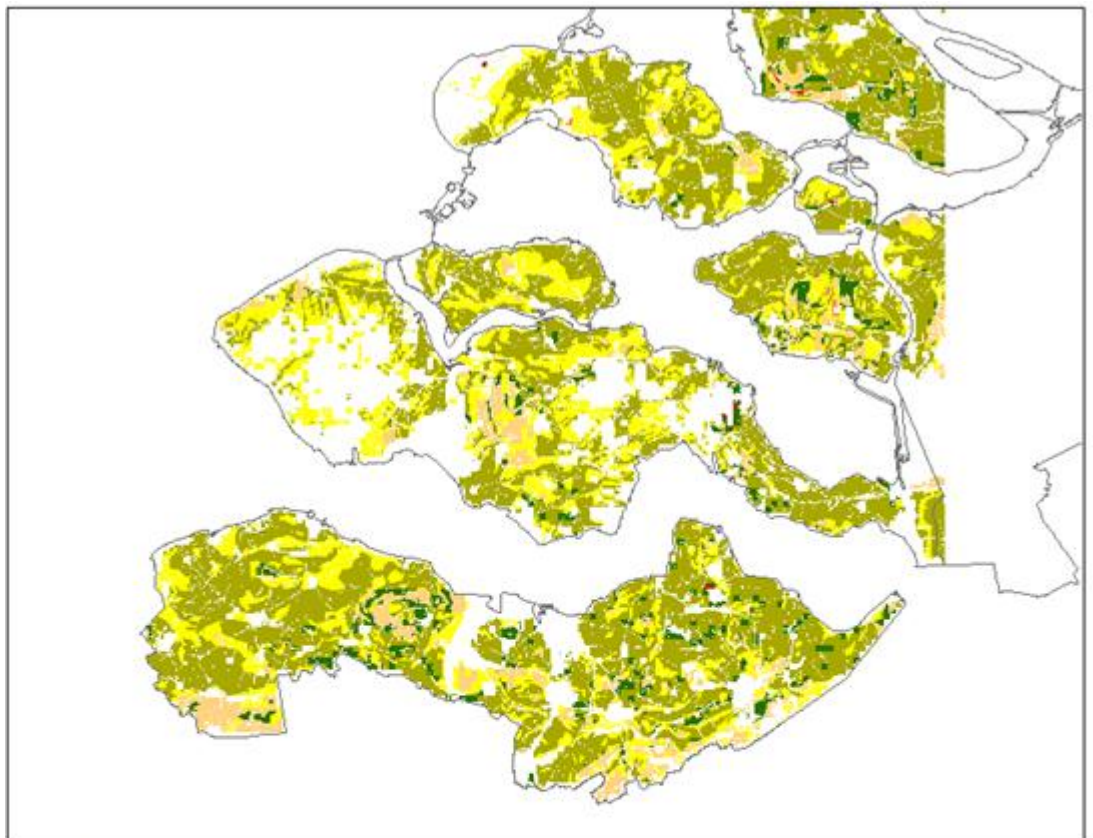
NATUUR_Landbouw Teeltvoorkeur

OMSCHRIJVING

- Akker
- Bebouwd
- Fruit
- Intensief
- Marien
- Natuur
- Weide

Figuur 4 Teeltvoorkeurkaart Provincie Zeeland. Bron gegevens: Provincie Zeeland.

Een andere weergave van het potentieel aanbod van voedselproductie geeft de geschiktheid van de bodem voor akker- of weidebouw (Hack-Ten Broeke et al., 2008) (Figuur 5 en Figuur 6). Deze kaarten geven ook het risico weer op de uitspoeling van stikstof en fosfaat, en op de aanwezigheid van zware metalen in het grondwater. Die factoren worden als maat gezien voor de hoeveelheid (dierlijke) mest die gebruikt is en nodig is voor de teelt van gewassen. De geschiktheid van de bodem voor akker- of weidebouw wordt weergegeven als de reductie in opbrengst als gevolg van droogtestress of wateroverlast voor het gewas, gebaseerd op de fysische eigenschappen van de bodem. Figuur 5 en Figuur 6 geven aan dat de bodem in Zeeland goed geschikt is voor akker- en weidebouw (reducties in opbrengst als gevolg van droogte- of natschade <40%). Op plaatsen is er een risico voor hoge gehalten aan koper en fosfaat in het bodem- en grondwater.

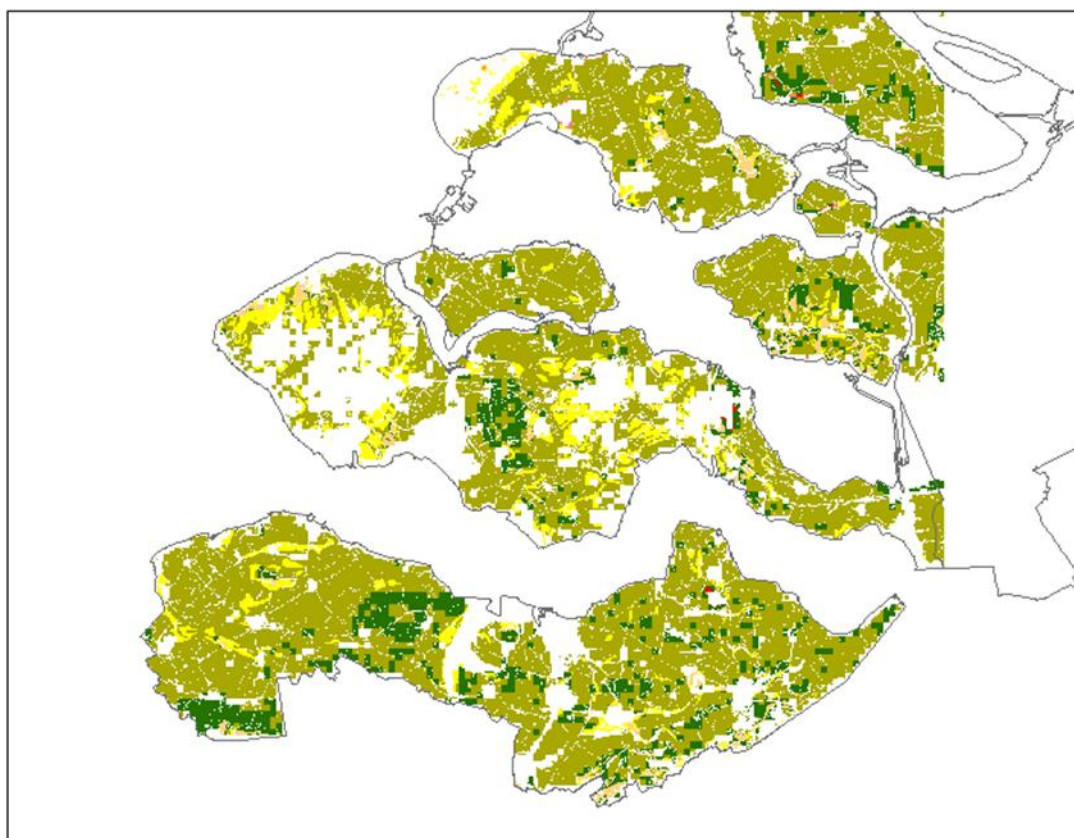


Legend

- Opbr. reductie < 15%; laag Cu en FVG
- Opbr. reductie < 15%; laag Cu en hoog FVG
- Opbr. reductie < 15%; hoog Cu en laag FVG
- Opbr. reductie 15 - 40%, laag Cu en FVG
- Opbr. reductie 15 - 40%; laag Cu en hoog FVG
- Opbr. reductie 15 - 40%; hoog Cu en laag FVG
- Opbr. reductie > 40%, laag Cu en FVG
- Opbr. reductie > 40%; laag Cu en hoog FVG
- Opbr. reductie > 40%; hoog Cu en laag FVG

0 5 10 20
Kilometer

Figuur 5 Landbouwkundige geschiktheid voor akkerbouw gecombineerd met milieubelasting met fosfaat en koper. Bron: Hack-Ten Broeke et al. (2008).



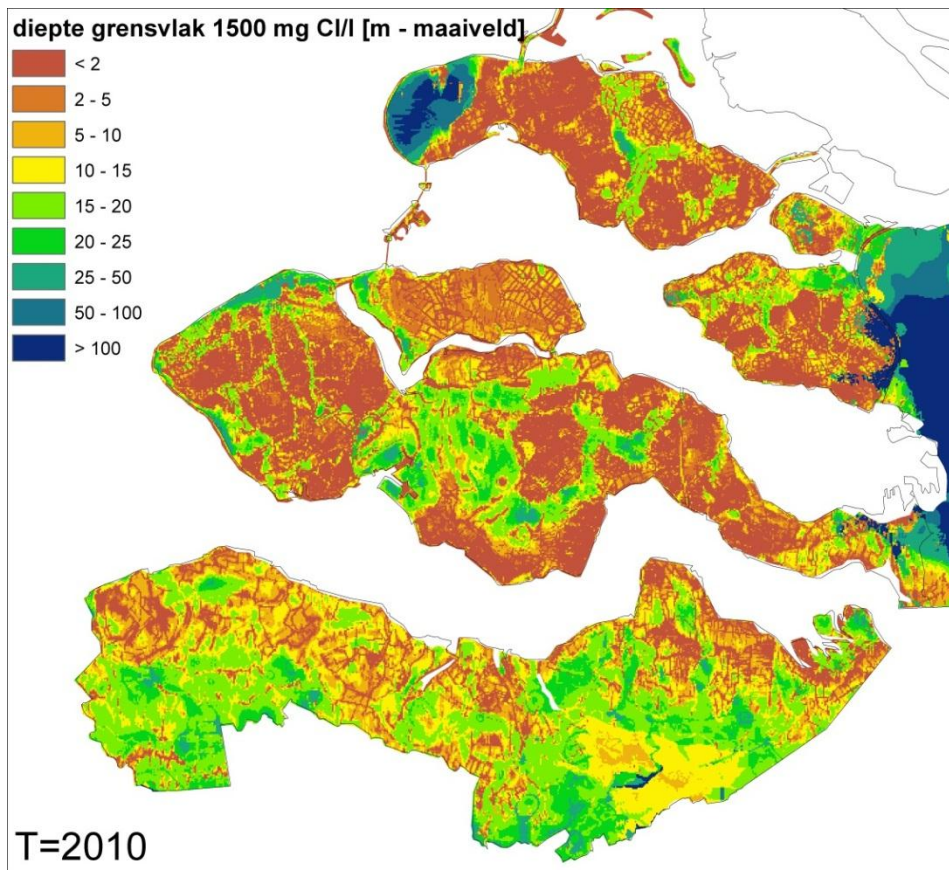
Legenda

- Opbr. reductie < 15%; laag Cu en FVG
- Opbr. reductie < 15%; laag Cu en hoog FVG
- Opbr. reductie < 15%; hoog Cu en laag FVG
- Opbr. reductie 15 - 40%, laag Cu en FVG
- Opbr. reductie 15 - 40%; laag Cu en hoog FVG
- Opbr. reductie 15 - 40%; hoog Cu en laag FVG
- Opbr. reductie > 40%, laag Cu en FVG
- Opbr. reductie > 40%; laag Cu en hoog FVG
- Opbr. reductie > 40%; hoog Cu en laag FVG

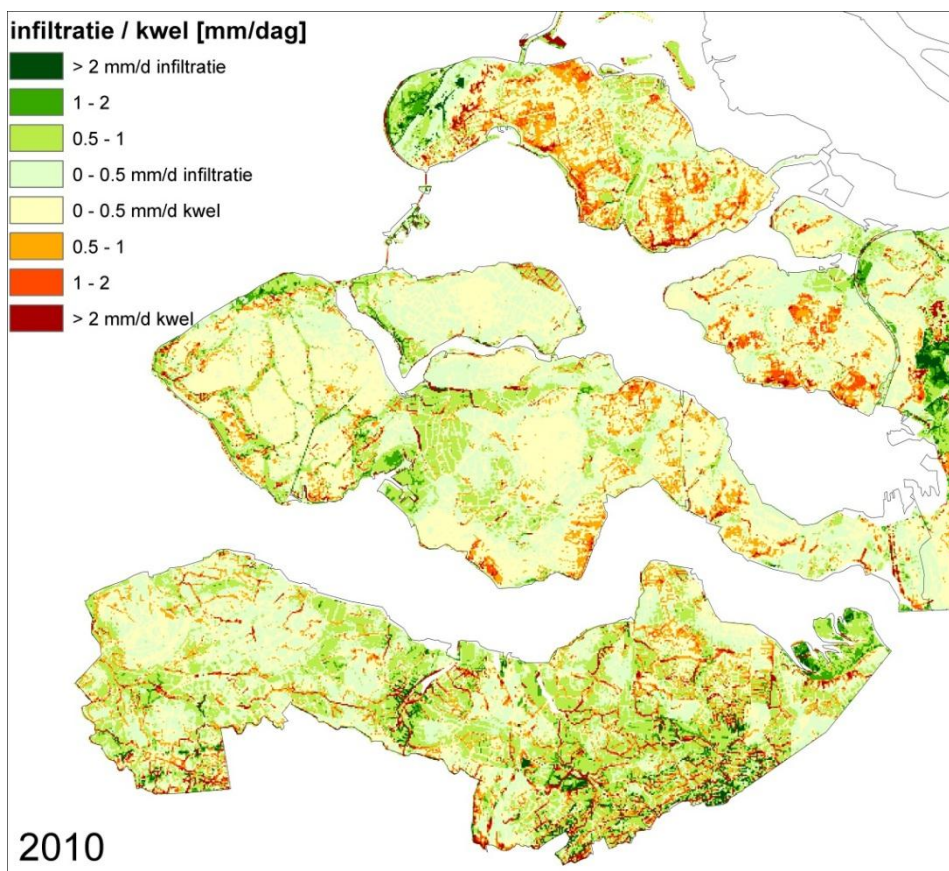
0 5 10 20
Kilometer

Figuur 6 Landbouwkundige geschiktheid voor weidebouw gecombineerd met milieubelasting met fosfaat en koper. Bron: Hack-Ten Broeke et al. (2008).

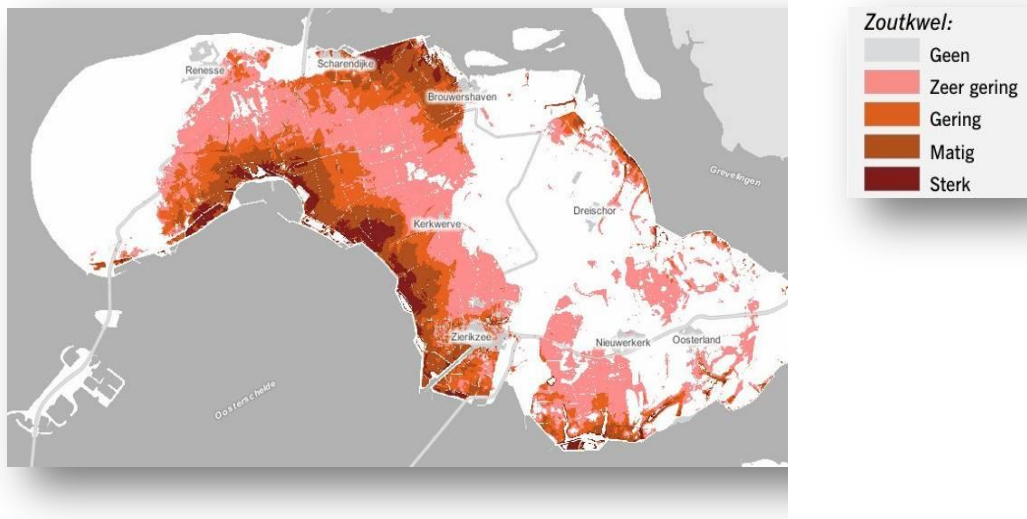
Aquacultuur op land is mogelijk in gebieden met brak of zout grondwater in de buurt van de wortelzone, en opkwellend zout water tot aan de wortelzone. In Figuur 7 zijn gebieden met brak of zout grondwater binnen 2 m onder het maaiveld in bruin weergegeven. Figuur 8 geeft gebieden met kwel weer. Gebieden met zoute kwel komen vooral voor op Schouwen-Duiveland (Figuur 9).



Figuur 7 Diepteligging van het grensvlak tussen zout en zoet grondwater. Bron: Van Baaren et al. (2011).



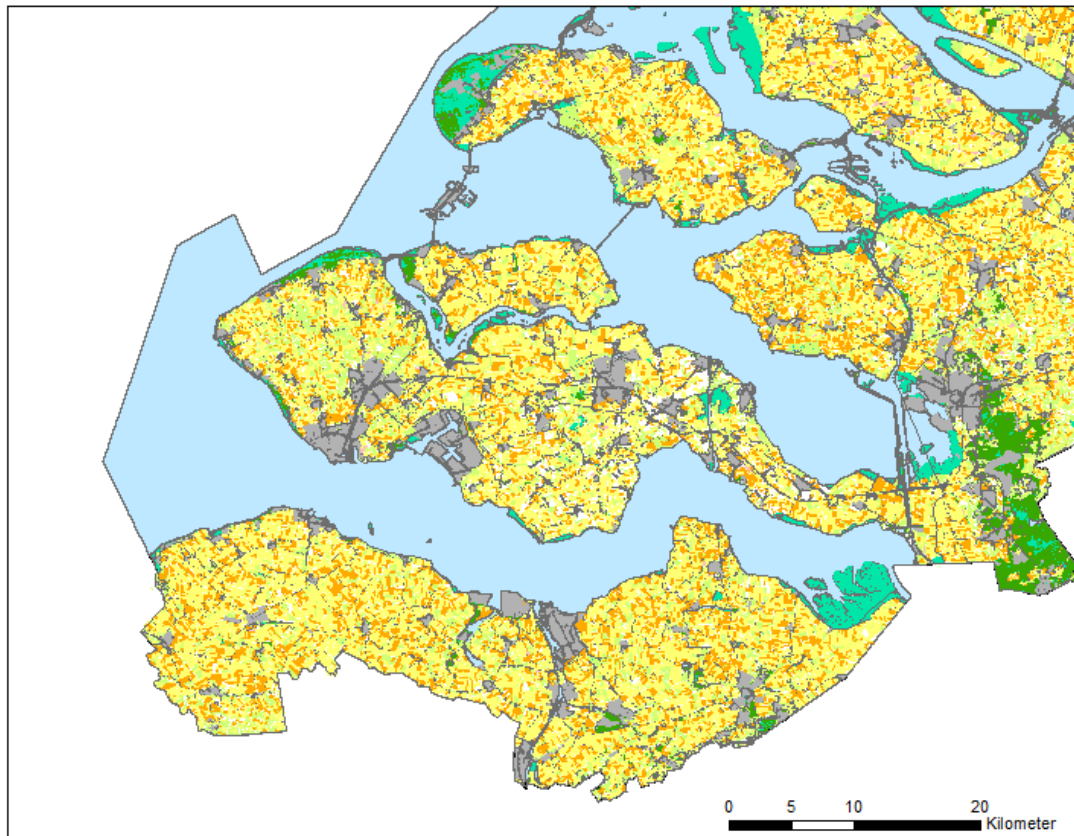
Figuur 8 Infiltratie en kwel in de Provincie Zeeland. Bron: Van Baaren et al., 2011.



Figuur 9 Voorkomen van zoute kwel op Schouwen-Duiveland. Bron: Provincie Zeeland.

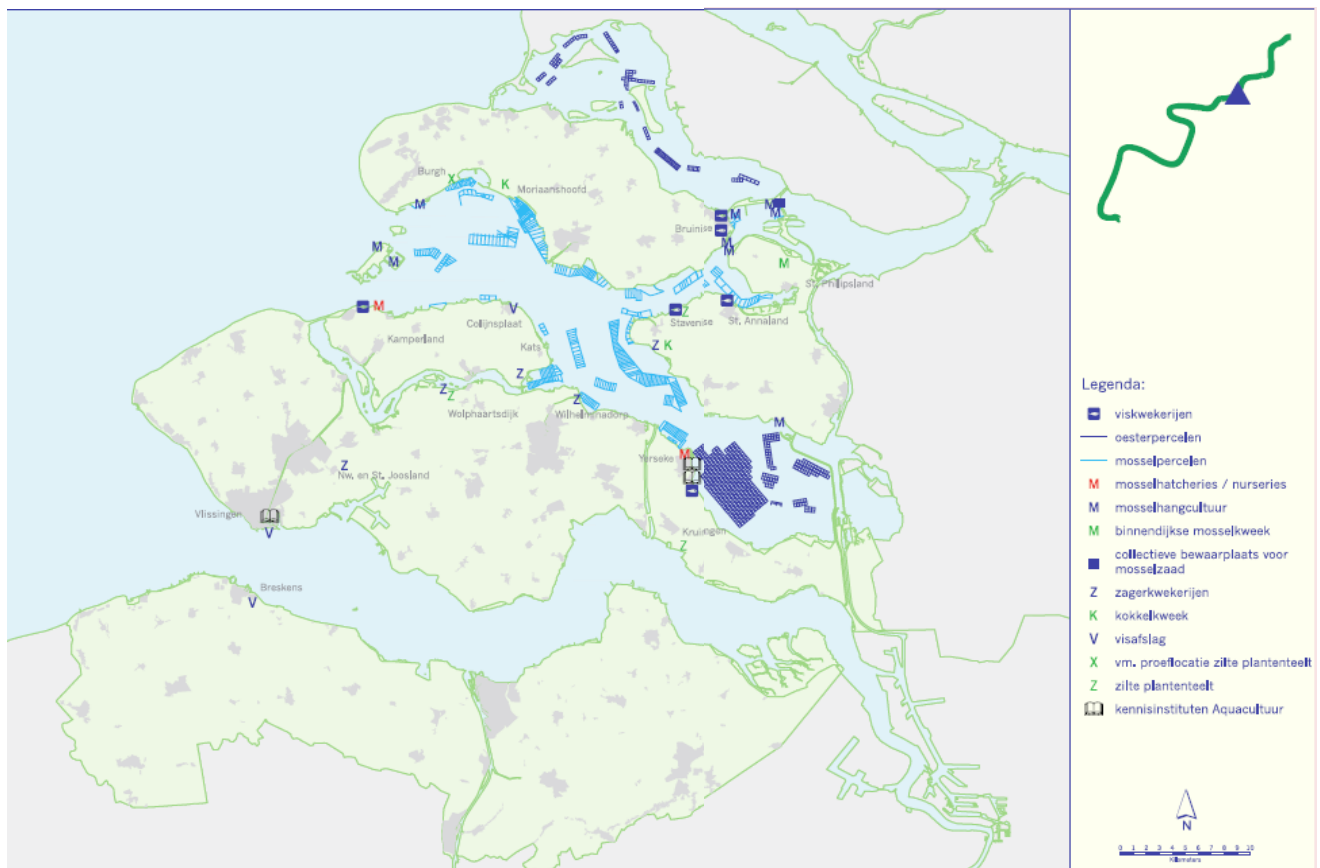
Ruimtelijke weergave actuele benutting

De actuele benutting van de ecosystemedienst voedselproductie kan worden weergegeven door de landgebruikskaart (Figuur 10). In vergelijking met de teeltvoorkeurkaart is het aandeel van akkerbouw kleiner, en van overige landbouw groter.



Figuur 10 Landgebruik volgens LGN5. Bron gegevens: Alterra, Wageningen UR.

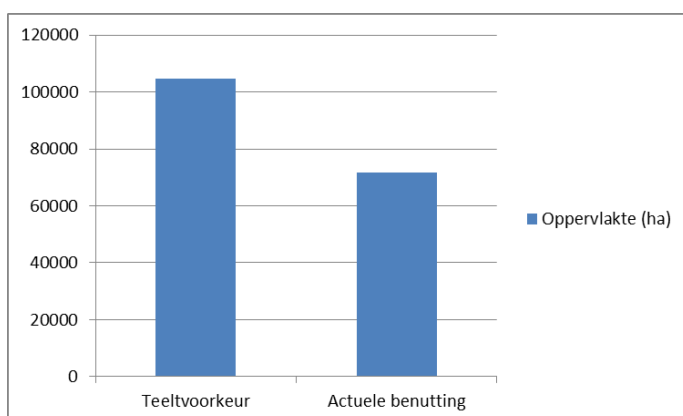
Relevante locaties voor aquacultuur op land zijn weergegeven in Figuur 11 (binnendijkse mosselkweek, zagerijkwekerijen, kokkelkweek en zilte plantenteelt). De kaart laat zien dat de benutting van deze ecosysteemdienst nog niet erg groot is ten opzichte van het mogelijke aanbod zoals weergegeven in Figuur 7 en Figuur 8.

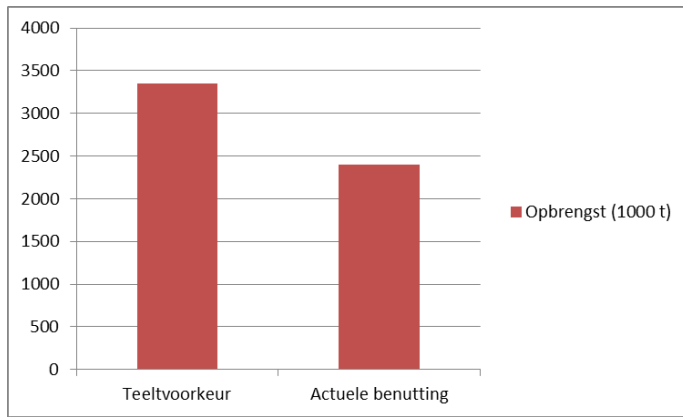


Figuur 11 Overzichtskaart van locaties van belang voor aquacultuur in Zeeland. Bron: Provincie Zeeland, 2007.

Kwantificering potentieel aanbod en actuele benutting

Het potentieel aanbod van grondgebonden voedselproductie wordt uitgedrukt als de productie die verkregen zou worden bij de inrichting van Zeeland volgens de teeltvoorkeurkaart. De actuele benutting kan worden afgeleid uit cijfers over betaalde oppervlakken en productie van het CBS. Figuur 12 geeft de betaalde oppervlakte en productie van akkerbouwgewassen in Zeeland volgens de teeltvoorkeurkaart en op basis van gemiddelde cijfers over de periode 2000-2010 van CBS Statline (geraadpleegd augustus 2011). Deze cijfers laten zien dat de actuele benutting van voedselproductie met akkerbouw lager is dan het potentiële aanbod op basis van de bodemgesteldheid.





Figuur 12 Beteelde oppervlakte en opbrengst van akkerbouwgewassen volgens de teeltvoorkeurkaart en de actuele benutting.

1.2.2 Energieproductie uit biomassa, WKO, wind, zon, water (2)

Wat doet de dienst?

Het landschap kan gebruikt worden om energie op te wekken, bijvoorbeeld door het vergisten, verbranden of de raffinage van biomassa die vrijkomt uit het onderhoud van landschapselementen (e.g. De Vries et al., 2008), GFT-afval en tuinafval, mest of uit energiegewassen. Andere vormen van energie uit ecosystemen zijn warmte uit de bodem en diepere ondergrond, windkracht, waterkracht (getijden) en zonlicht. Zonne-energie is de meest directe vorm van duurzame energie. Windenergie en waterkracht worden veroorzaakt door stroming en kringlopen van lucht en water, die worden aangedreven door zonne-energie. Ook biomassa wordt geproduceerd uit zonne-energie. Windkracht en zonlicht worden niet direct door terrestrische of mariene ecosystemen geleverd. Om energie uit deze bronnen te oogsten moeten echter installaties worden neergezet die delen van ecosystemen innemen. De ecosystemen faciliteren daardoor deze vormen van energieproductie.

Bij warmte- en koudeopslag (WKO) wordt warmte en koude tijdelijk opgeslagen in minder diepe watervoerende bodemlagen (tot 250 m onder de grond). De koude en warmte kan worden benut door grondwater omhoog te pompen, de temperatuur over te brengen op een waterleiding via een warmte-wisselaar, en het water na gebruik weer in de bodem te infiltreren. WKO-systemen zijn vooral geschikt voor woonwijken, glastuinbouwgebieden en grote kantoorgebouwen (Noordhoff, 2010).

Windenergie is in Zeeland een belangrijke vorm van duurzame energie. Er is een groot potentieel aanbod door de ligging aan de kust, grote open ruimten en de aanwezigheid van waterwerken.

Zonne-energie kan op verschillende manieren worden gebruikt voor verwarming of voor het opwekken van elektriciteit. Met zongericht bouwen kan zonne-energie direct ruimtes verwarmen, met zonneboilers kan zonlicht worden omgezet in warm water, en met PV-zonnepanelen in elektriciteit.

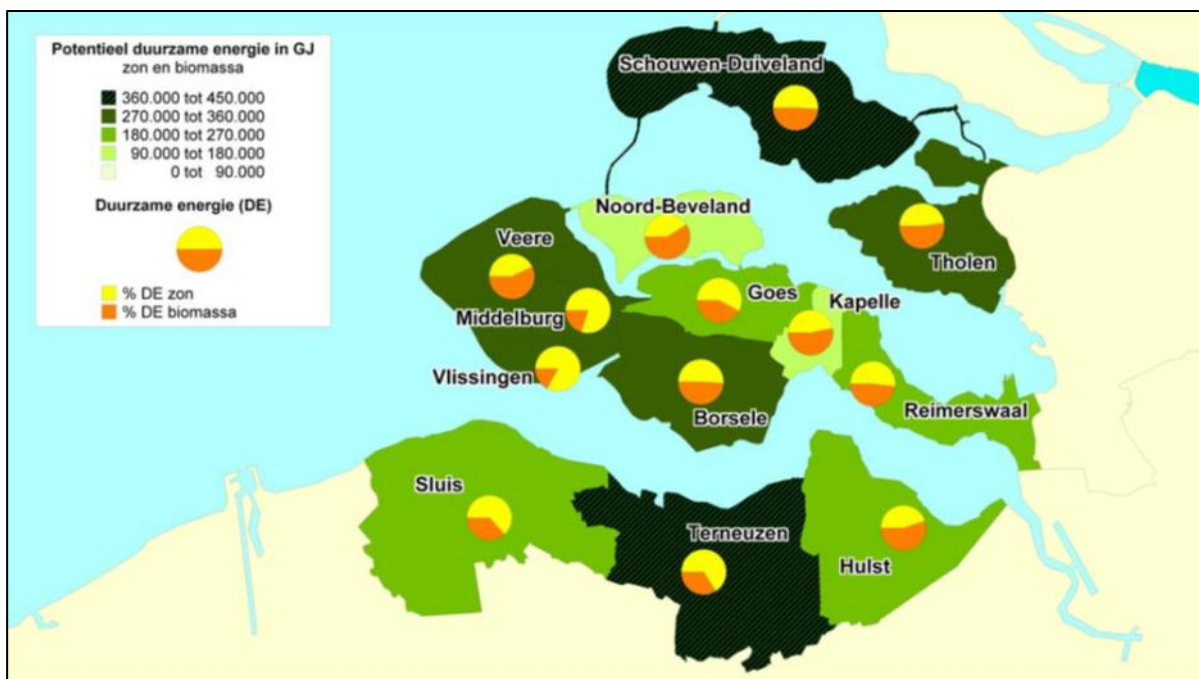
Energie uit getijdeverschillen kan worden opgewekt met systemen die golf- en getijdenkrachten omzetten in elektriciteit. De Provincie Zeeland ondersteunt plannen voor de bouw van een centrale die energie opwekt uit getijdeverschillen in de Brouwersdam. De Oosterscheldekering wordt gezien als een geschikte locatie voor het testen van turbines (Provincie Zeeland, 2010).

Ruimtelijke weergave en kwantificering potentieel aanbod en actuele benutting

De Provincie Zeeland geeft in haar Omgevingsplan 2012-2018 ruimte aan energieproductie, en stimuleert energiebesparing. De streefgetallen zijn 20% duurzame opwekking van energie, en 20% reductie van het primaire energieverbruik.

Biomassa en zonne-energie

Figuur 13 en Tabel 4 geven het potentieel aanbod van energie uit biomassa voor de Zeeuwse gemeenten in 2005. Voor de berekening van het potentieel aanbod is uitgegaan van bewezen technologie die rendabel (eventueel door subsidie) kan worden toegepast. Voor biomassa zijn alleen organisch afbreekbare reststoffen beschouwd, zoals snoeiafval, mest en GFT-afval. Energiegewassen zijn niet meegerekend.



Figuur 13 Potentieel aanbod van duurzame energie (DE) uit zonlicht en biomassa per gemeente in de Provincie Zeeland. Bron: Zeeuwse Atlas voor Duurzaamheid – 2005.

Het potentieel aanbod van energie uit zon en biomassa bedroeg in 2005 3.62 GJ, waarvan 56% uit zonne-energie en 46% uit biomassa. Op grond van het energieverbruik van huishoudens in 2004, zou met dit aanbod 26% van de Zeeuwse huishoudens kunnen worden voorzien van energie. De gemeenten Schouwen-Duiveland (450.000 Gigajoule (GJ)) en Terneuzen (440.000 GJ) hadden het hoogste potentieel aan duurzame energie uit zon en biomassa. Gemeenten met een groot buitengebied hebben veel mogelijkheden voor benutting van duurzame energie uit biomassa; gemeenten met een hoog inwonertal/aantal bedrijven voor duurzame energie uit zon (o.a door een groot dakoppervlak) (Zeeuwse Atlas voor de Duurzaamheid, 2005). Volgens de Zeeuwse Atlas voor Duurzaamheid (2005) is er nog een groot onbenut potentieel van duurzame energie. In 2005 werd slechts minder dan 1% van de potentie aan zonne-energie in de praktijk benut.

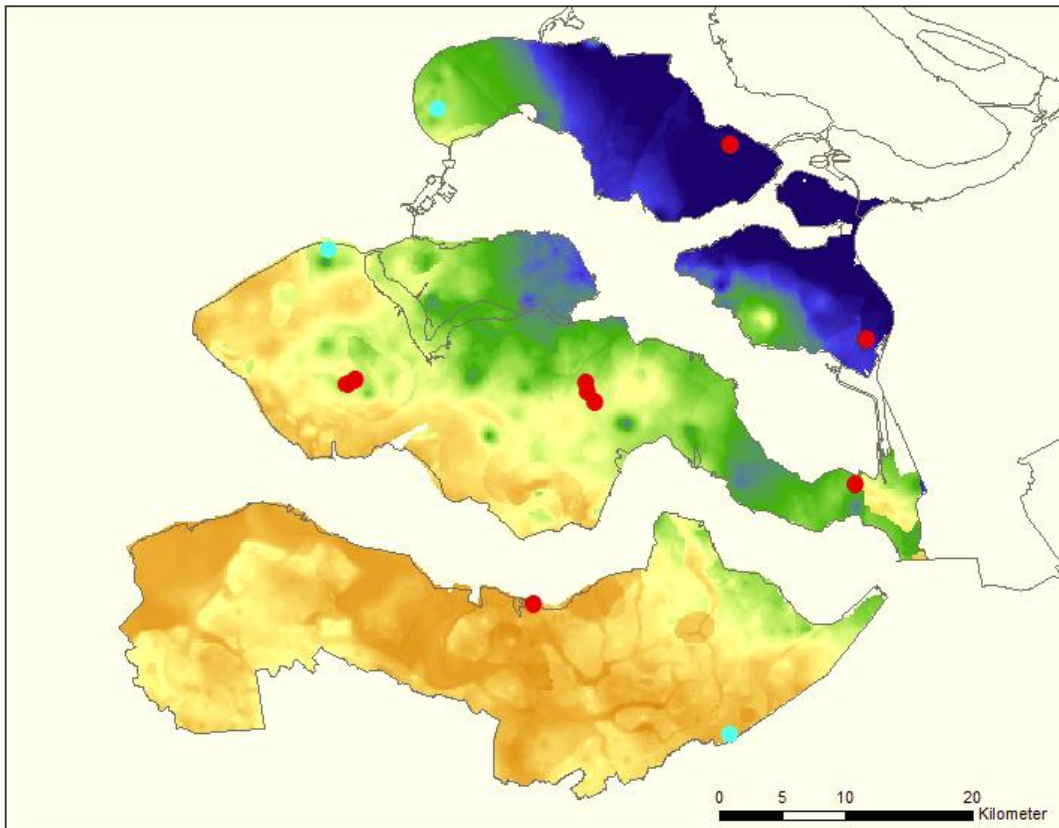
Tabel 4 Potentieel aanbod van duurzame energie (DE) uit zonlicht en biomassa per gemeente in de Provincie Zeeland. Bron: Zeeuwse Atlas voor Duurzaamheid – 2005.

Gemeente	DE potentieel in GJ Totaal	DE zon in GJ	DE biomassa in GJ	DE uit zon in %	DE uit biomassa in %	Totaal energieverbruik huishoudens in 2004 in GJ	Huishoudens met potentiële DE is te voorzien in %
Borsele	280.000	142.800	137.200	51	49	745.408	38
Goes	264.000	153.120	110.880	58	42	1.233.563	21
Hulst	200.000	90.000	110.000	45	55	1.077.335	19
Kapelle	120.000	56.400	63.600	47	53	369.493	33
Middelburg	300.000	240.000	60.000	80	20	1.546.505	19
Noord-Beveland	116.000	47.560	68.440	41	59	352.820	33
Reimerswaal	250.000	130.000	120.000	52	48	673.190	37
Schouwen-Duivel.	450.000	229.500	220.500	51	49	1.441.534	31
Sluis	220.000	138.600	81.400	63	37	1.124.844	20
Terneuzen	440.000	290.400	149.600	66	34	2.001.815	22
Tholen	340.000	163.200	176.800	48	52	784.037	43
Veere	350.000	150.500	199.500	43	57	940.308	37
Vlissingen	290.000	240.700	49.300	83	17	1.519.603	14
Totaal	3.620.000	2.072.780	1.547.220	56	46	13.810.455	26

WKO

De geschiktheid van de bodem bepaalt in belangrijke mate het potentiële aanbod aan energieproductie via deze bron. De geschiktheid van de Zeeuwse bodem voor open en gesloten systemen van WKO is in kaart gebracht door de Provincie Zeeland (Figuur 14). In het algemeen geldt dat hoe zandiger de bodem, hoe dikker de zandlagen, en hoe grover het zand, hoe geschikter de bodem is voor het toepassen van WKO. Voor open systemen speelt ook de grondwaterkwaliteit een belangrijke rol (Provincie Zeeland³). Voor open systemen geldt dat de geschiktheid van de bodem voor WKO zuidelijker in Zeeland minder wordt. De bodemgeschiktheid voor open systemen voor warmte- en koudeopslag is het grootst op Schouwen-Duiveland en Tholen.

³ http://provincie.zeeland.nl/milieu_natuur/duurzame_energie/wko/zeeuwse_bodem



Figuur 14 Geschiktheid van de bodem voor energiewinning uit warmte-koude-opslag in open systemen. Blauw: zeer geschikt (maximale capaciteit van één brondoublet⁴ is groter dan circa 100 m³/h, overeenkomend met een grote woonwijk met meer dan 150 huizen.), groen: geschikt (maximale capaciteit van één brondoublet bedraagt circa 25 tot 100 m³/h, overeenkomend met een woonwijk tot van 25 tot 150 huizen, geel, oranje/rood: matig geschikt (maximale capaciteit van één brondoublet bedraagt circa 25 m³/h, overeenkomend met een kleine woonwijk tot 25 huizen). Locaties van open WKO-systemen in rood. Bron: Provincie Zeeland en IF Technology, 2009. In opdracht van de Provincie Zeeland.

Figuur 14 geeft de locaties van open systemen voor warmte- en koudeopslag geregistreerd bij de Provincie Zeeland. De systemen liggen zowel in meer geschikte als minder geschikte gebieden voor energieproductie uit WKO. De onttrekking van grondwater voor warmte- en koudeopslag bedroeg in 2006 978.731 m³, ofwel ruim 10% van de totale onttrekking (zie ook Figuur 29).

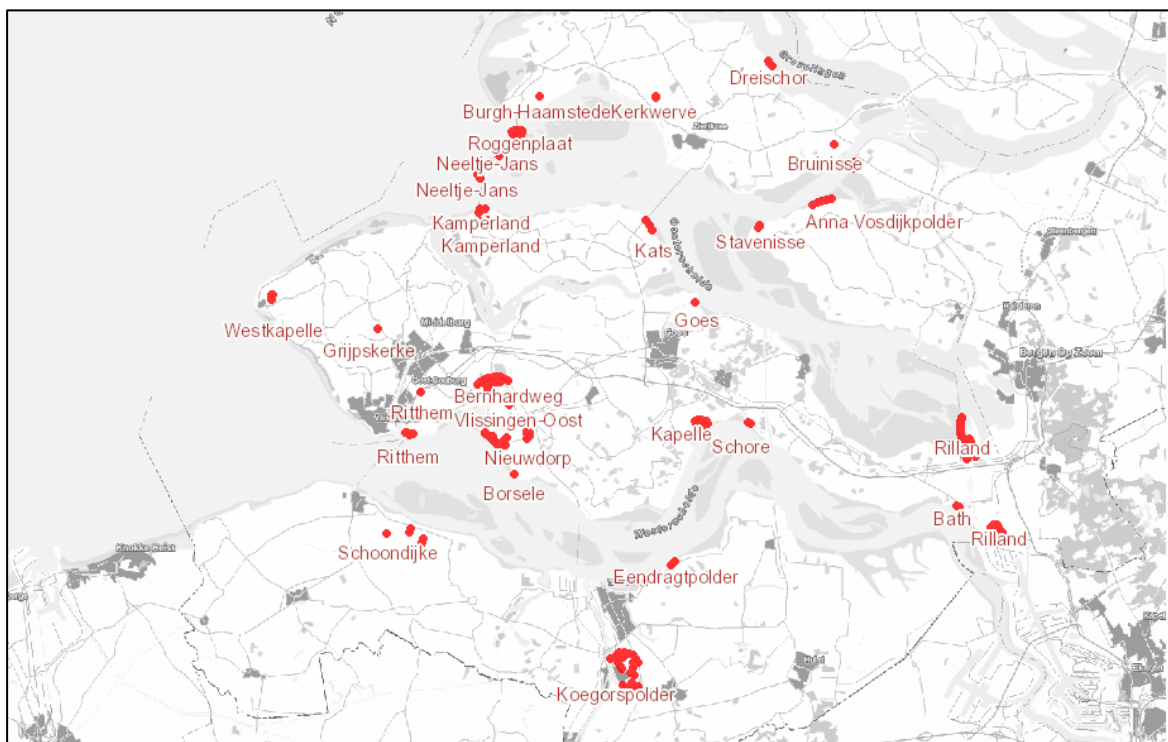
Wind

Figuur 15 geeft het vermogen voor de levering van windenergie door Zeeuwse gemeenten in 2005, op basis van het verlenen van planologische medewerkingen het verlenen van vergunningen (Zeeuwse Atlas voor Duurzaamheid, 2005). De verschillen tussen de gemeenten zijn groot. Het totale windenergie-vermogen voor Zeeland was in 2005 80 MWh, te leveren door 156 windturbines op 32 locaties. De Provincie Zeeland heeft in haar Omgevingsplan 2012-2018 locaties aangewezen voor nieuwe windmolenparken, die gezamenlijk in 2020 jaarlijks meer dan 500 MWh kunnen opwekken (Provincie Zeeland, 2011). De jaarproductie van de Zeeuwse windparken bedroeg in 2005 naar schatting 190 MWh. Dit kwam in 2005 overeen met het elektriciteitsverbruik van ruim 60.000 Zeeuwse huishoudens.

⁴ Bodemeenheid met warmte- en koudebron.



Figuur 15 Vermogen voor windenergie in Zeeland per gemeente in mei 2005. Bron: Zeeuwse Atlas voor Duurzaamheid - 2005.

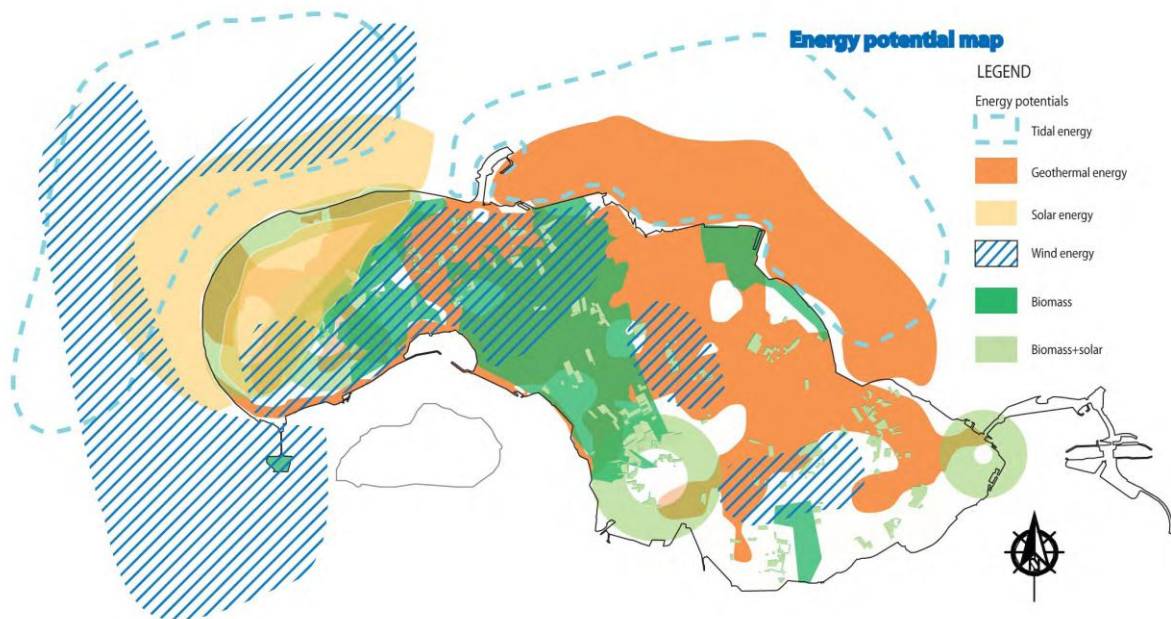


Figuur 16 Windmolenparken in Zeeland op 1-3-2007. Bron: Geografisch Loket Provincie Zeeland.

Integrale visies op energieproductie uit 'duurzame energielandschappen'⁵ zijn voor Schouwen-Duiveland gemaakt door studenten Landschapsarchitectuur van Wageningen Universiteit. Een voorbeeld van een weergave van het potentieel aanbod aan energieproductie uit hernieuwbare

⁵ Een duurzaam energielandschap is dat deel van de fysieke leefomgeving waar de energiebehoefte kan worden ingevuld door lokaal beschikbare, hernieuwbare bronnen. Bron: Stremke, 2010.

bronnen is gegeven in Figuur 17. De kaart laat zien dat diverse combinaties van hernieuwbare energiebronnen mogelijk zijn in hetzelfde gebied.



Figuur 17 Meest geschikte locaties voor de productie van hernieuwbare energie uit getijde-energie, geothermie, zonne-energie, windenergie en biomassa op Schouwen-Duiveland. Bron: Veltman et al., 2011, met permissie van Sven Stremke (WU).

1.2.3 Drinkwaterproductie

Wat doet de dienst?

Hoewel de drinkwaterproductie voor een groot deel bovengronds plaatsvindt bij de rijkwaterbedrijven, speelt de ondergrond ook een grote rol in de zuivering van regenwater en/of ingebracht oppervlaktewater. Deze functie van de ondergrond, die vooral gebaseerd is op de fysische en chemische eigenschappen van de bodem (textuur, poriën, CEC) wordt al lang erkend en ook beschermd. Overbelasting van het ecosysteem heeft duidelijk nadelige invloed op het waterzuiverend vermogen en dat leidt tot hogere kosten voor de aanvullende zuivering.

Ruimtelijke weergave potentieel aanbod

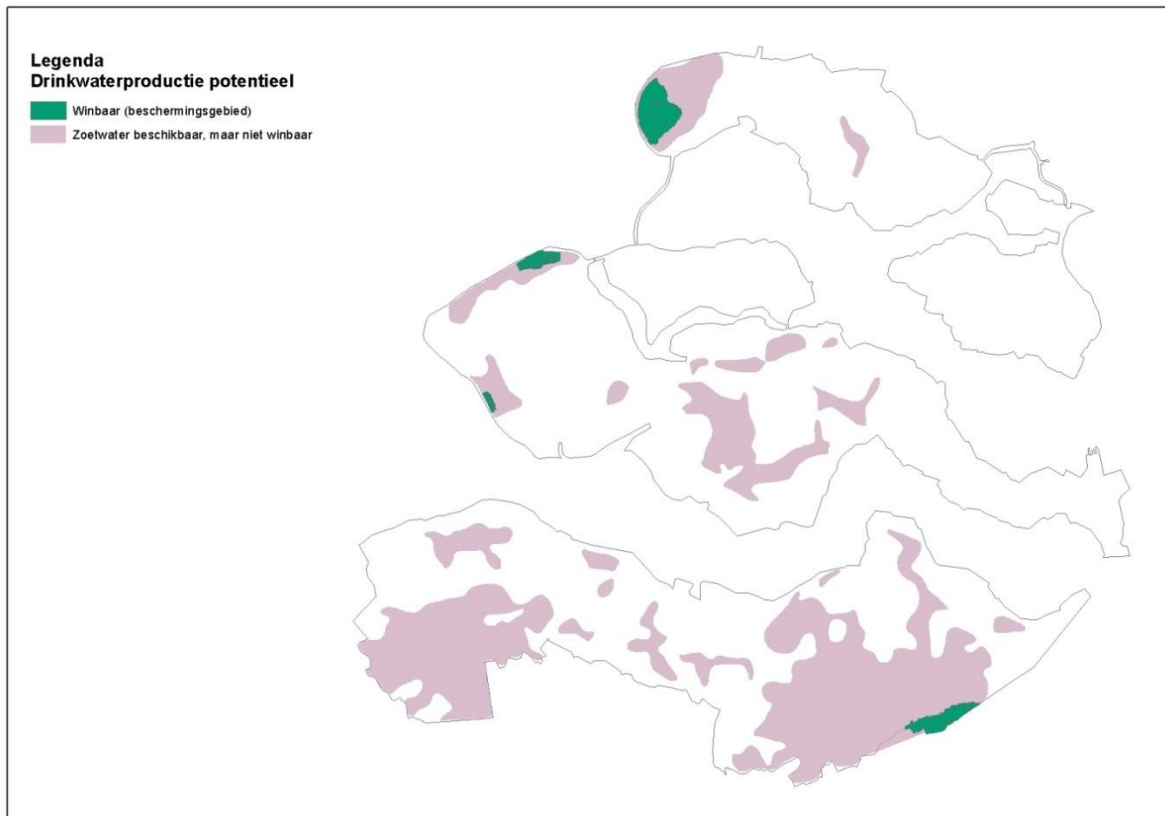
Het potentieel aanbod van de dienst drinkwaterproductie wordt weergegeven door het voorkomen van zoet water in aquifers van tenminste 15 m dikte (paarse gebieden in Figuur 18) (bron: Gronwaterbeheersplan Provincie Zeeland). Echter, alleen het zoet water bereikbaar vanuit grondwaterbeschermingsgebieden is winbaar (donkergroene gebieden in Figuur 18). Vanaf de grens van de grondwaterschermingsgebieden heeft een waterdruppel tenminste 25 jaar nodig om de grondwaterputten te bereiken (Noordhoff, 2010).

Ruimtelijke weergave actuele benutting

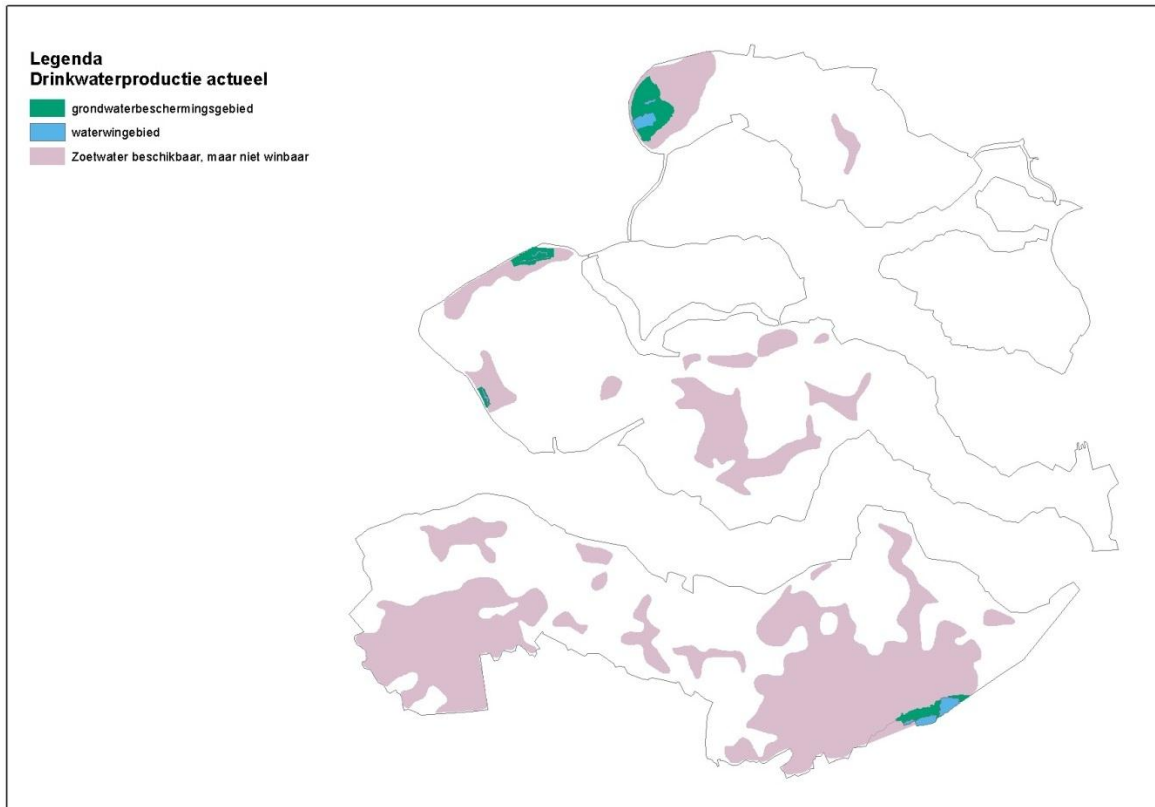
Drinkwater wordt geproduceerd door infiltratiewinning in de waterwingebieden op Schouwen-Duiveland (Haamstede en Hulst (Kapellebrug)). Vanaf de grens van de waterwingebieden heeft een waterdruppel 60 dagen nodig om de grondwaterputten te bereiken. Figuur 19 geeft de ligging van de waterwingebieden in de grondwaterbeschermingsgebieden.

Kwantificeren potentieel aanbod en actuele benutting

Het waterleidingbedrijf Evides mocht volgens de vergunning in 2008 8.125.000 m³ grondwater onttrekken en infiltreren (gegevens Provincie Zeeland). In de praktijk wordt minder water gewonnen dan op grond van de vergunning mogelijk is. In 2006 werd in de waterwingebieden op Schouwen-Duiveland (Haamstede) en Hulst (Kappellebrug) respectievelijk 3.818.498 m³ en 2.690.161 m³ gewonnen. De totale onttrekking bedroeg in 2006 6.508.659 m³.



Figuur 18 Potentieel aanbod van de ecosysteemdienst drinkwaterproductie. Bron gegevens: Provincie Zeeland.



Figuur 19 Actuele benutting van de ecosysteemdienst drinkwaterproductie. Bron gegevens: Provincie Zeeland.

1.3 Regulerende diensten

1.3.1 Voorraadbeheersing van zoet water: waterberging en waternalevering

Water is voor heel veel actoren in Zeeland van belang en levert problemen op wanneer er te veel van is of wanneer er te weinig van is. Dat geldt zowel voor stedelijk gebied als voor het landelijk gebied. In onderstaande tabel staat een eerste inschatting van de problemen die bij een water tekort of een wateroverschot ontstaan, uitgesplitst voor verschillende gebruikers.

OOST-SOUBURG - De regen van donderdagnacht heeft in Zeeland voor zo'n 100.000 tot 150.000 euro schade veroorzaakt. Dat meldt verzekeraar ZLM in Goes.

(www.omroepzeeland.nl 27-8-10)

	wateroverschot	watertekort
Landbouw/tuinbouw	Beperkte bereidbaarheid (bij zaai en oogst) Natschade aan gewas Grottere kans op verdichting bij berijden.	Droogteschade, noodzaak tot sproeien (→ kan leiden tot versterking van verzilting)
(Stedelijke) bewoners	Water in straat (auto) en in huis (kelders, benedenverdiepingen)	-
Stedelijk groen	Beperkte toegankelijkheid	verdroging
Sport	Water op sportvelden, afgelastingen	Verdroging, noodzaak tot sproeien
Waterschap (niet echt een gebruiker, maar maakt wel kosten)	Inversteringen in gemaal en waterlopen die de hoge pieken aan kunnen.	

Wat doet de dienst?

Waterregulering bestaat uit twee componenten: waterberging en waternalevering. In beide situaties gaat het om het vertragen van de effecten en daarmee afvlakking van de pieken. In bos of weiland zakt ongeveer de helft van het regenwater in de bodem, maar in stedelijk gebied stroomt de meeste regen af naar het rioolsysteem. Als dat overbelast is, kan het overlopen in sloten, vaarten en plassen, en kunnen lage delen overstromen. Alle water dat in de bodem opgeslagen wordt tijdens een fikse regenbui hoeft niet al tijdens de bui of kort erna te worden afgevoerd via rioolbuizen, rioolgemalen en oppervlaktewater, en vermindert daarmee de piekbelasting. Bodemwater kan aan de andere kant ook nog water leveren via capillaire opstijging tijdens langere perioden van droogte.

Voor zowel waterberging als voor waternalevering kan de bodem, als dan niet in combinatie met vegetatie een regulerende rol hebben. Neerslag infiltreert veelal in de bodem, waarna het via grondwaterstroming wordt getransporteerd naar de diepe ondergrond, het drainagesysteem of naar omliggend oppervlaktewater. Bij een beperkte infiltratiesnelheid ontstaan er plassen en treedt er oppervlakkige afstroming op.

In diverse steden wordt er geëxperimenteerd met daktuinen en groene daken om zowel de temperatuurregulatie als de snelle afstroom van water te reguleren. Diensten die op die manier geleverd kunnen worden, worden in deze uitwerking buiten beschouwing gelaten, omdat de aanwezigheid ervan nog beperkt is en de databeschikbaarheid beperkend.

Uit de tabel lijkt te kunnen worden opgemaakt dat de gevolgen van wateroverlast veel groter zijn dan die van watertekort. In ieder geval is er een kleinere groep mensen mee gemoeid. De landbouw is duidelijk wel een sector die overlast ondervindt van te weinig water. Waternaleverend vermogen is daarom van belang voor een optimale groei van landbouwgewassen, natte natuur, sportvelden en andere groenvoorzieningen. De provincie Zeeland is gevoelig voor effecten van warmte en droogte op het watersysteem, vanwege het voorkomen van bijzondere of intensieve teelten ('kritische watervragers', zoals bloemen en bepaalde groenten). Berekening uit grondwater staat onder druk; er is geen of beperkte aanvoer mogelijk, omdat Zeeland geen zoet water van elders kan aanvoeren; het is immers omringd door zout en brak water (Noordhoff, 2010).

De voor het gewas of de vegetatie beschikbare hoeveelheid water (het aanbod) wordt bepaald door de vochtvoorraad in de wortelzone aan het begin van het groeiseizoen, en door de aanvulling hiervan gedurende het groeiseizoen door neerslag en capillaire aanvoer vanuit de ondergrond (Werkgroep HELP-tabel, 1987).

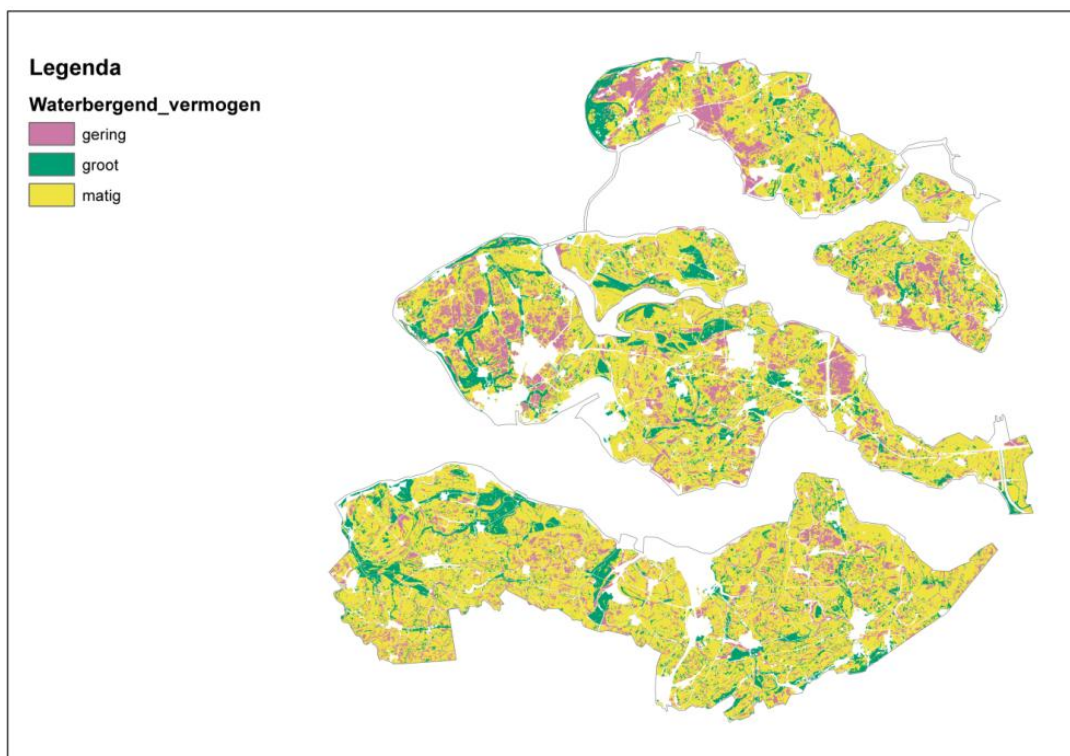
Ruimtelijke weergave potentieel aanbod waterbergend vermogen⁶

Bij goed doorlatende gronden met diepe grondwaterstanden is er in de bodem meer ruimte voor opname of berging van water dan in slecht doorlatende bodems met hoge grondwaterstanden. Bij het vaststellen van het waterbergend vermogen van de bodem wordt gekeken naar de mate waarin de bodem water kan opnemen zonder dat dit nadelig is voor de het bovengronds gebruik. In stedelijk gebied kan worden gekeken of regenwaterafvoer van gebouwen en bestrating naar de ondergrond mogelijk is. Bij hoge grondwaterstanden kan er onder de huizen wateroverlast in souterrains en kruipruimtes optreden. Hoge grondwaterstanden zijn ook nadelig voor de stabiliteit van wegen. Uitgaande van een 80 cm diepe kruipruimte onder de huizen zijn grondwaterstanden minder dan 80 cm-mv ongewenst. Bodems met grondwatertrap VII of VIII (GHG >80 cm-mv) zijn wel geschikt.

Het waterbergend vermogen wordt aangegeven in drie klassen, sterk gebaseerd op de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) (Figuur 20, Figuur 21). Hier is op basis van een aantal bodemeigenschappen het vermogen om water te bergen bepaald. Voor GHG is kaart van STOWA gebruikt (STOWA, 2010). Deze gegevens zijn getoetst aan detailkarteringen.

Klasse waterberging	Omschrijving
Gering	Gering bergend vermogen, vanwege ondiepe (winter)-grondwaterstanden (GHG < 40 cm-mv.)
Matig	Matig bergend vermogen, vanwege matig diepe (winter)-grondwaterstanden (GHG 40 – 80 cm-mv.) of diepere standen in combinatie met slecht doorlatende (kei)-leemlagen in de ondergrond.
Groot	Groot bergend vermogen, diepe wintergrondwaterstanden (GHG > 80 cm en een doorlatende ondergrond.
Onbekend	Onvoldoende informatie om het bergend vermogen vast te stellen. Het gaat hier om bebouwde gebieden

Figuur 20 Indeling van waterbergend vermogen. Bron: Maring et al. (2009).



Figuur 21 Waterbergend vermogen op basis van voorradenstudiebenadering en GHG ontleend van STOWA (2010).

⁶ Op basis van Maring et al., 2009: Toepassen voorradenbenadering bij Ecosysteemdiensten Uitwerking casus TCB *Duurzaam Doenderzoek in de Zeeuwse Delta – Ruimtelijke inventarisatie van ecosysteemdiensten (Deelresultaat 1)*

Omdat de gegevens over bodem en GHG niet bekend zijn voor stedelijk gebied, kan voor deze gebieden niet direct worden bepaald hoe groot het waterbergend vermogen is. Wel zijn er indicaties van de verminderde infiltratie van regenwater door de afdekking van grote oppervlakken door bebouwing en bestrating. In stedelijk gebied (met 75% tot 100% van het oppervlak afgedekt) infiltreert ca 10% van de neerslag naar de bodem boven het grondwater. Ongeveer 5% van de regen bereikt via de bodem het grondwater. In landelijk, onverhard gebied zijn deze waarden resp. 25% en 25% van de neerslag (Federal Interagency Stream Restoration Working Group, US.). Op basis hiervan werd voor Nederland een verminderde effectieve berging als gevolg van afdekking berekend tot 14% van het waterbergend vermogen in de bovenste meter van de bodem (Verzandvoort et al., 2010).

Ruimtelijke weergave van potentieel aanbod waterleverend vermogen

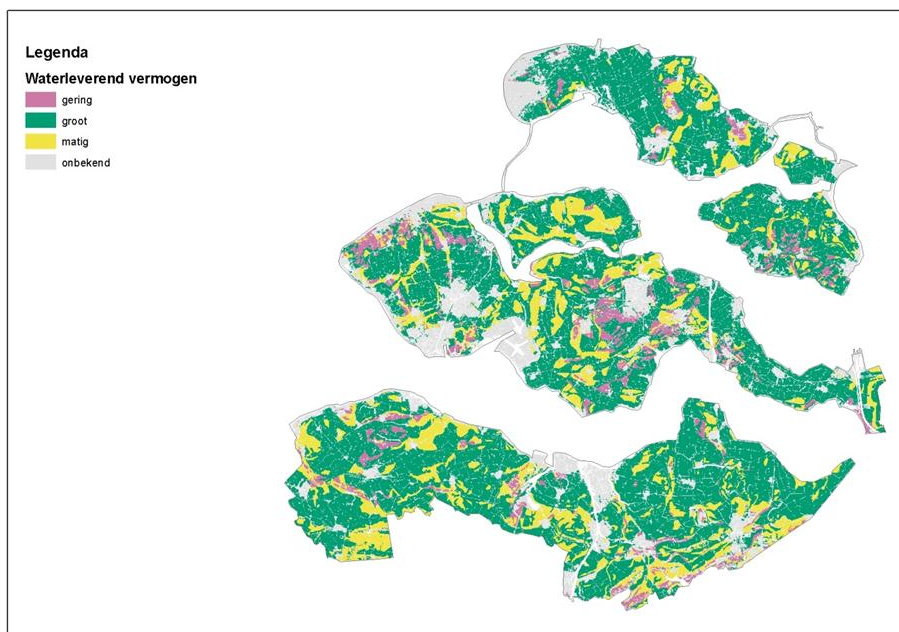
Het potentieel aanbod van waterleverend vermogen kan voor landbouwgewassen worden weergegeven met behulp van de zogenoemde HELP-tabellen (Werkgroep HELP-tabel, 1987). Deze tabellen beschrijven reducties in de opbrengst van landbouwgewassen als gevolg van vochttekort en wateroverlast in de wortelzone. De opbrengstreducties zijn afhankelijk van het bodemtype, de waterhuishouding en het landbouwgewas. Er zijn aparte tabellen voor grasland en voor bouwland. De droogteschadepersentages voor bouwland zijn een gewogen gemiddelde voor een bepaald bouwplan. De samenstelling van het bouwplan varieert afhankelijk van het hoofdbodemtype (veen- en moerige gronden, kleigronden, zandgronden, brik- en leemgronden). De opbrengstreducties hebben betrekking op gemiddelde hydrologische omstandigheden over een veeljarige periode, en zeggen dus weinig over de periode van het jaar waarin de schade optreedt, noch over de situatie in specifiek droge of natte jaren (STOWA, 2002).

Het potentieel aanbod van waterleverend vermogen in Zeeland op basis van de HELP-tabellen en de bodemkaart (1:50.000) is weergegeven in *Figuur 23*, volgens een indeling in drie hoofdklassen op basis van de Voorradenbenadering van Maring et al. (2009) (*Figuur 22*).

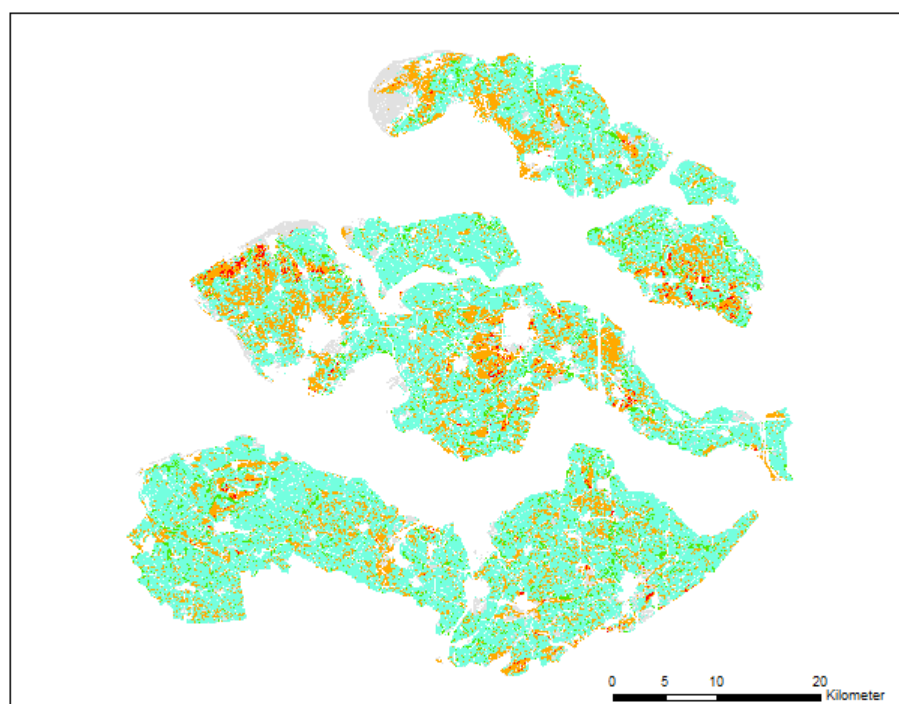
Naast het bodemtype en de grondwaterstand bepaalt ook het landgebruik de opbrengstderving tengevolge van vochttekort in de kaart van waterlevering. Deze verschilt nogal tussen bouwland, fruitteelt, groenteteelt en grasland. Daardoor kan deze variatie effecten van de variatie in bodem en grondwaterstanden op de opbrengstderving tussen kreekruigen en omliggende gronden maskeren. Kreekruigen hebben een hoog naleverend vermogen in de winter, en juist laag in de zomer (omdat ze hoger in het terrein liggen en goed doorlatend zijn). Dit wordt bevestigd door de kaart 'Percentage opbrengstderving door vochttekort in 2010' in de Wateratlas (p. 37). Op de bodemkaart 1:50.000 zijn de kreekruigen goed te onderscheiden.

Klasse vochtlevering	Omschrijving
Gering	Gering vochtleverend vermogen, opbrengstdepressies door vochttekorten van meer dan 20%
Matig	Matige vochtleverend vermogen, opbrengstdepressies door vochttekorten van 10 tot 20%
Groot	Groot vochtleverend vermogen, opbrengstdepressies door vochttekorten van maximaal 10%
Onbekend	Onvoldoende informatie om vochtleverend vermogen vast te stellen. Het gaat hier om stedelijk gebied

Figuur 22 Indeling van het waterleverend (of vochtleverend) vermogen van de bodem. Bron: Maring et al. (2009).



Figuur 23 Waterleverend vermogen op basis van HELP-tabellen en GHG ontleend van STOWA (2010).

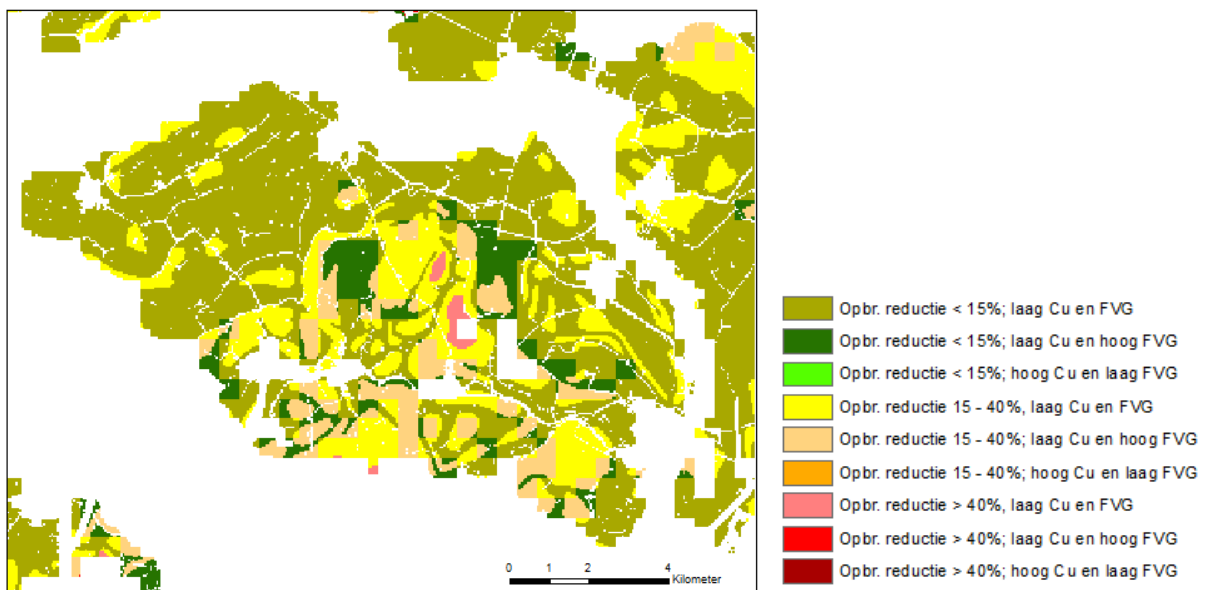


waternalevering - waterberging

- gering, gering
- gering, groot
- gering, matig
- groot, gering
- groot, groot
- groot, matig
- matig, gering
- matig, groot
- matig, matig

Figuur 24 Potentieel aanbod van de ecosystemedienst voorraadbeheersing van zoet water. In grijs: geen data voor waternalevering of – berging. In wit: geen data voor beide diensten.

Het potentieel aanbod aan waternalevering en –berging zoals weergegeven in Figuur 24 kan worden genuanceerd door te bekijken waar de behoefte aan deze diensten het grootst is op grond van het risico op nat- en droogteschade aan het gewas, en de noodzaak om de watervoorziening voor het gewas uit de bodemvochtvoorraad te putten vanwege het zoutgehalte van het oppervlaktewater. Dit is uitgewerkt in een voorbeeld voor Tholen. De potentiële opbrengstderving op akkerland als gevolg van droogte- of natschade is groter dan 15% in het zuidelijk deel van het eiland. Daar is ook het chloridegehalte van oppervlaktewater systemen zodanig dat het water brak of zout is (>3000 µg/l) , en minder goed bruikbaar is voor irrigatie (Figuur 26). De combinatiekaart met aanbod van waternalevering en waterberging toont dat in dat gebied plaatsen zijn met een groot aanbod van beide diensten. Het zou dan raadzaam zijn akkerbouw juist op deze plaatsen te alloceren (andere factoren niet in beschouwing nemend).



Figuur 25 Mogelijke opbrengstderving op akkerland als gevolg van droogte- en/of natschade in Tholen op basis van de bodemgesteldheid. Bron: Hack-Ten Broeke et al. (2008).

Legenda

KRW lichamen



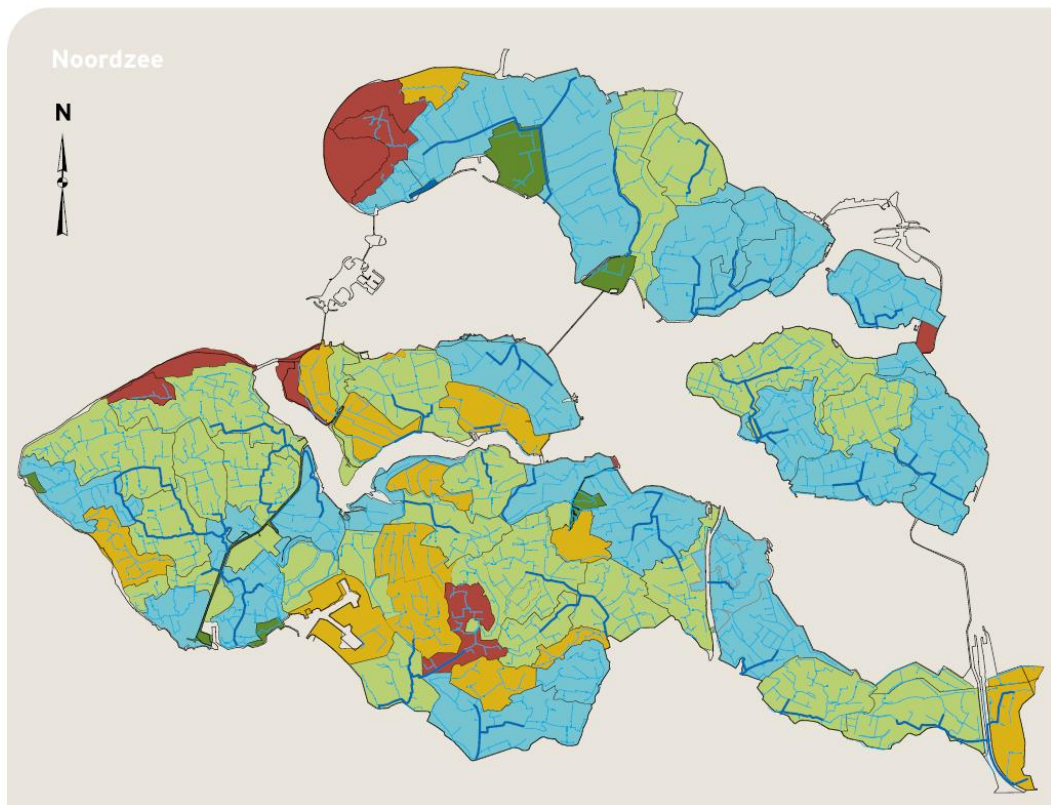
Chloridegehalte

watersysteem

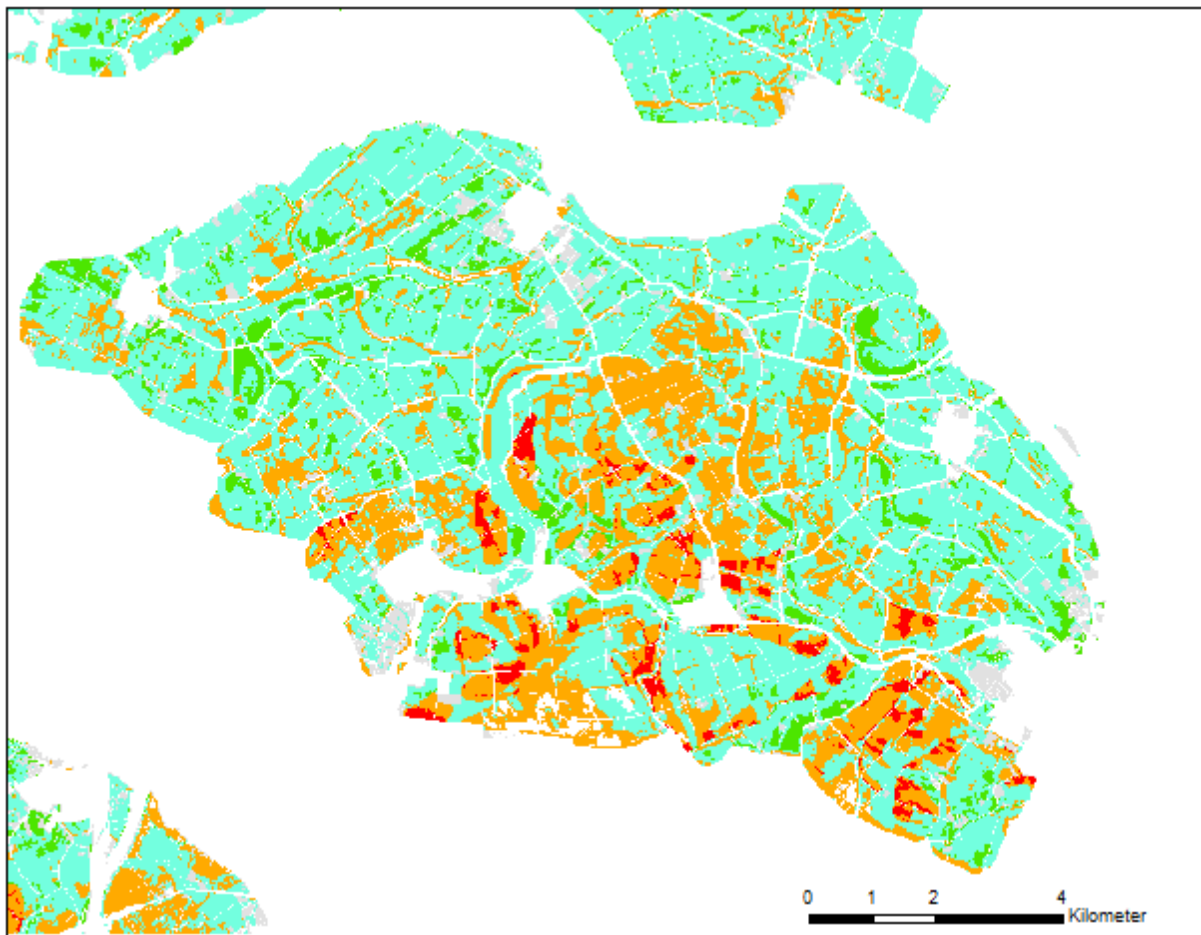
Gem. concentratie in het

watersysteem

- 0 - 300
- 300 - 1.000
- 1.000 - 3.000
- 3.000 - 10.000
- 10.000 - 16.000
- 16.000 - 20.000



Figuur 26 Chloridegehalte in waterlopen. Bron: Waterbeheerplan waterschap Zeeuwse eilanden. 2010-2015. Permissie nog op te vragen bij Waterschap Scheldestromen.



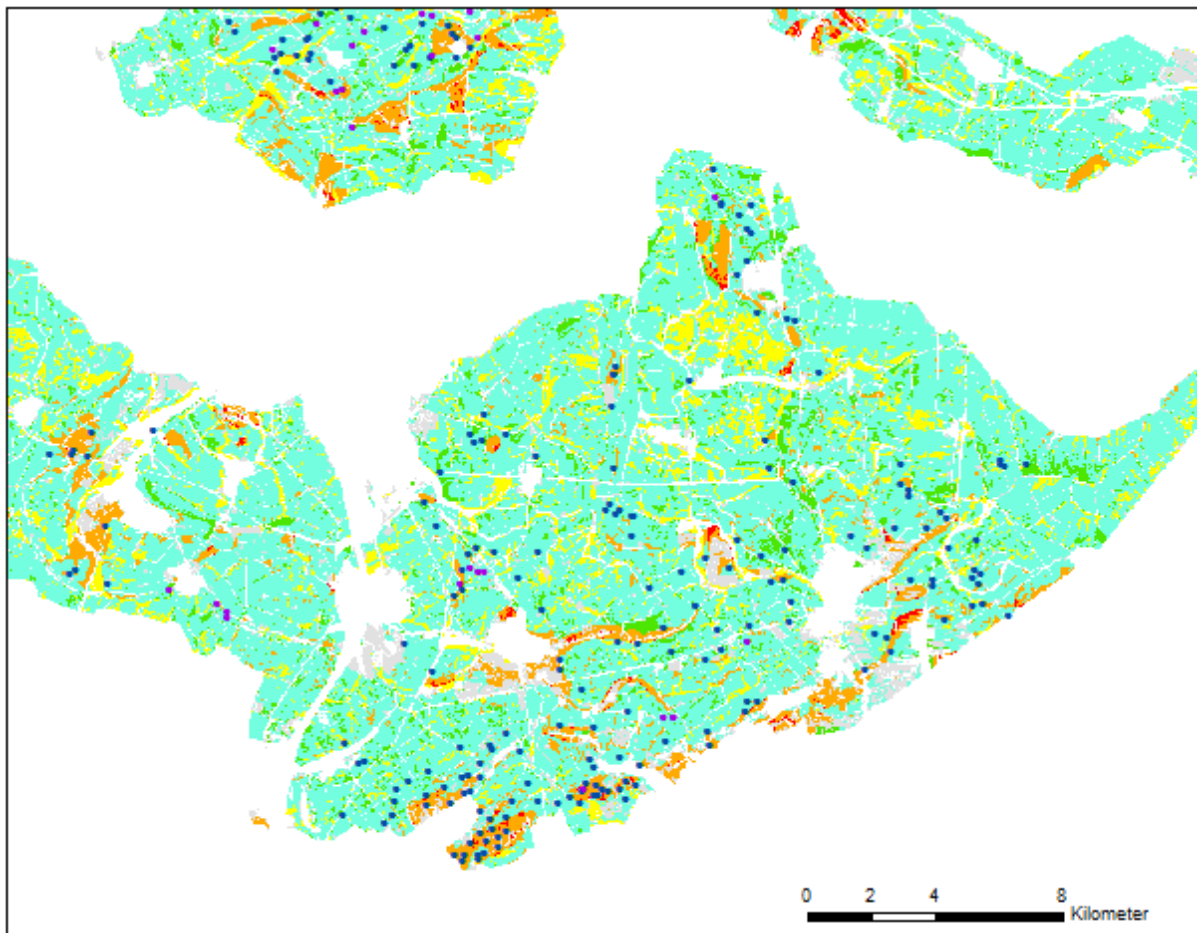
waternalevering - waterberging

	gering, gering
	gering, groot
	gering, matig
	groot, gering
	groot, groot
	groot, matig
	matig, gering
	matig, groot
	matig, matig

Figuur 27 Potentieel aanbod van de ecosysteemdienst voorraadbeheersing van zoet water in Tholen. In grijs: geen data voor waternalevering of – berging. In wit: geen data voor beide diensten.

Ruimtelijke weergave van actuele benutting

De actuele benutting van waternalevering kan worden weergegeven door te bekijken hoe de locaties van grondwateronttrekking voor de land- en tuinbouw liggen ten opzichte van de kaart met het potentieel aanbod aan waternalevering door de bodem. De locaties van grondwateronttrekking liggen niet alleen in gebieden waar het aanbod gering is, maar ook waar het aanbod matig en groot is (zie het voorbeeld voor het oostelijk deel van Zeeuws-Vlaanderen in Figuur 28). Dit kan betekenen dat het aanbod van de bodem niet optimaal benut wordt, maar ook dat andere factoren bepalen waar grondwater onttrokken wordt voor de land- en tuinbouw, zoals het gemiddelde neerslagoverschot of – tekort in resp winter en zomer.



- Tuinbouw
- Akkerbouw en veehouderij

Combinatiekaart waternalevering-waterberging

□ <all other values>

waternalevering -waterberging

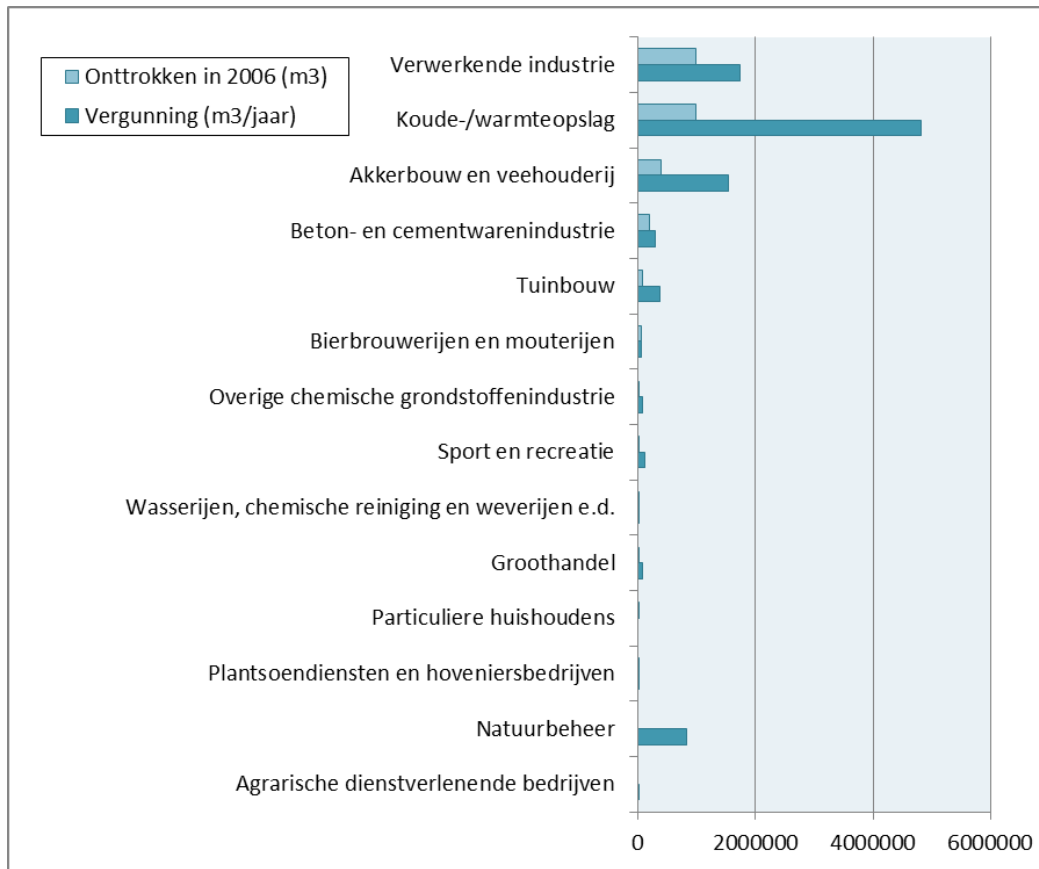
- gering, gering
- gering, groot
- gering, matig
- groot, gering
- groot, groot
- groot, matig
- matig, gering
- matig, groot
- matig, matig

Figuur 28 Locaties van grondwateronttrekking voor de land- en tuinbouw (in 2006) tegen de achtergrond van het aanbod aan waternalevering en waterberging door de bodem. Bron gegevens grondwateronttrekking: Provincie Zeeland.

Kwantificering potentieel aanbod en actuele benutting

Het is niet duidelijk of de landbouw ook in de problemen komt door een gebrek aan waternaleverend vermogen. Uit gegevens over de hoeveelheden zoet water, die uit watervoerende pakketten worden opgepompt blijkt dat voor de land en tuinbouwsector in het jaar 2006 bijna 477.000m³ water is

opgepompt. Dat is 5% van de totale hoeveelheid water (70% drinkwaterwinning, 11% warmte-koude opslag) die in 2006 is gebruikt: 9265404m³ (Figuur 29). Andere gebruikers zijn Bierbrouwerijen en mouterijen (1%), Tuinbouw (1%), Visverwerkingsinrichtingen (2%), Beton- en cementwarenindustrie (2%), en de Groente- en fruitverwerkende industrie (9%). De land- en tuinbouw doet daarmee een relatief kleine aanspraak op de voorraad zoet grondwater, wat betekent dat de benutting van de ecosysteemdienst waternalevering goed is afgestemd op het aanbod. Het is uit deze gegevens niet duidelijk te maken of er een grote afhankelijkheid van het weer is en hoe groot de jaarlijkse fluctuaties zijn.



Figuur 29 Vergunningsgerechtigde en actuele grondwateronttrekking door bedrijfstakken in Zeeland. Waterleidingbedrijven zijn niet weergegeven. Bron data: Provincie Zeeland.

1.3.2 Koolstofvastlegging en koolstofvasthouding (5)

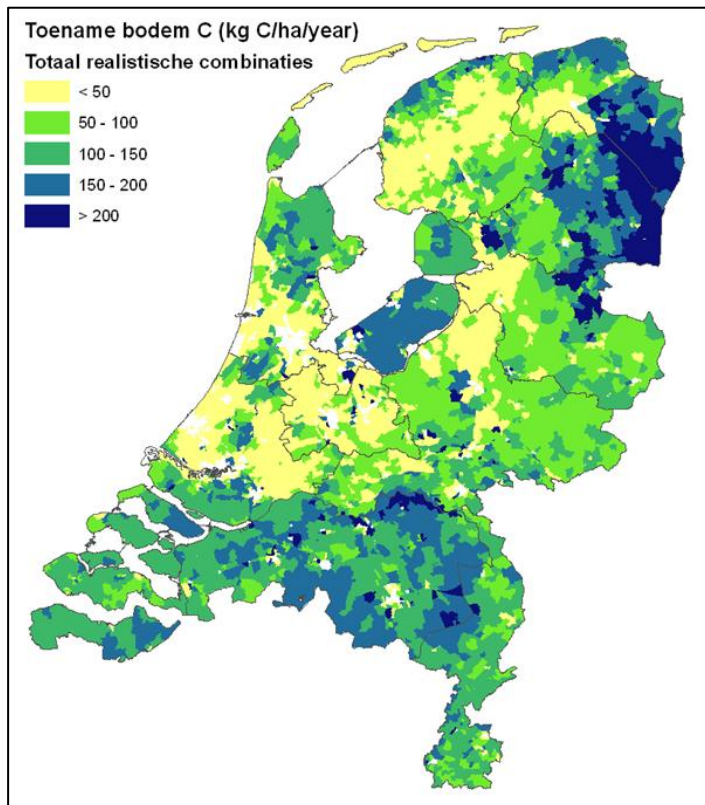
Wat doet de dienst?

Het vastleggen en/of vasthouden van koolstof wordt beschouwd als een klimaatregulerende dienst. Immers, alle koolstof die in de bodem zit kan niet als CO₂ in de atmosfeer terecht komen.

Ruimtelijke weergave en kwantificeren potentieel aanbod koolstofvastlegging

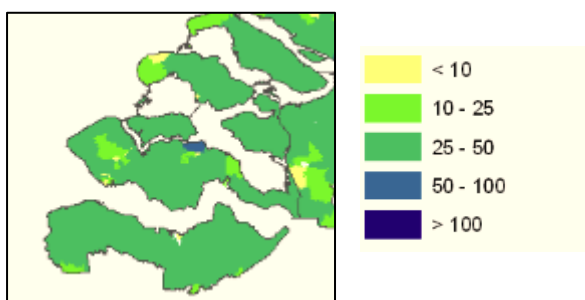
Van bos is alom bekend dat het een grote koolstofvoorraad heeft, zowel boven- als ondergronds. De totale voorraad bedraagt voor verschillende bostypen in Nederland tussen 140 en 170 ton C/ha. Daarnaast is de voorraad in de bodem van natuurlijk grasland en rietmoeras ook groot (130-220 ton C/ha) (Lesschen et al., 2011). Het vastleggen van koolstof en daarmee het verhogen van het organische-stof gehalte van de bodem is mogelijk, maar vraagt een enorme aanvoer van organisch materiaal (gewasresten en/of mest) en een drastische beperking van de grondbewerking op landbouwgrond. Dat is, vooral in de akkerbouw, nauwelijks haalbaar. Maar met beheersmaatregelen kan de vastlegging van koolstof in de bodem bevorderd worden. Lesschen et al. (2011) onderzochten

het effect van enkele beheersmaatregelen in de akkerbouw op de vastlegging van koolstof in de bodem. De potentiële toename van bodem-C als gevolg van een realistische combinatie van deze maatregelen op akkerland is weergegeven in Figuur 30 voor Nederland. De totale koolstofvastlegging onder dit beheer op akkerland in Nederland wordt geschat op 0.5-1.0 Mton equivalenten CO₂ per jaar. Dit komt overeen met ± 35% van de totale uitstoot van broeikasgassen door de landbouw (Lesschen et al., 2011). Voor Zeeland is de potentiële vastlegging van koolstof in de bodem gemiddeld, variërend tussen 50 en 200 kg C/ha/y (Figuur 30).

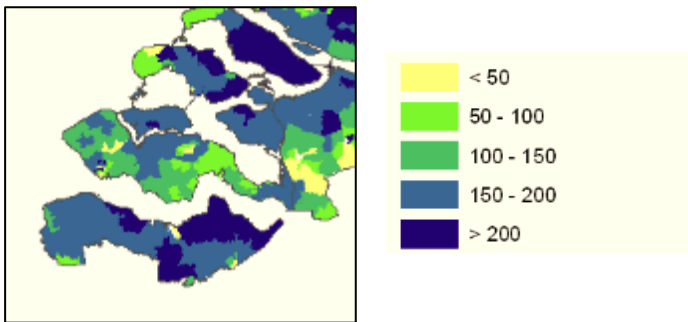


Figuur 30 Potentieel aanbod van de ecosystemedienst 'koolstofvastlegging' als gevolg van een realistische combinatie van beheersmaatregelen op akkerbouwgebied. Bron: Lesschen et al. (2011).

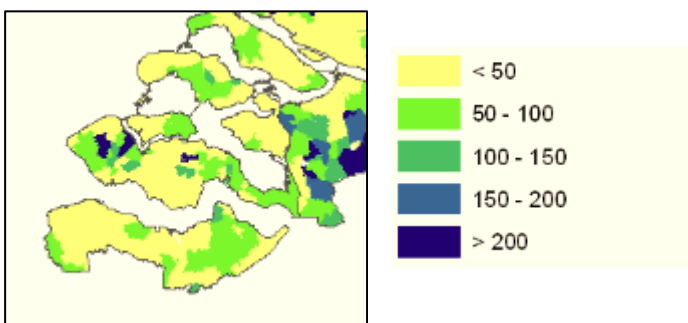
Voor Zeeland hebben het achterlaten van gewasresten en het verbeteren van gewasrotaties de grootste potentie voor koolstofopslag in de bodem (Figuur 31 tot Figuur 35). Deze hoeveelheid is minimaal ten opzichte van de voorraad in de bodem onder bos, natuurlijke natte graslanden en rietmoeras. Een uitwerking van de potentie van koolstofvastlegging legt meteen ook de vraag voor in hoeverre het realistisch is om het landgebruik te wijzigen van akkerbouw naar grasland of zelfs bos. Omdat wij dit niet als een realistische optie hebben gezien en akkerbouw nu eenmaal de realiteit is in grote delen van Zeeland is de potentie voor het vastleggen van koolstof gering.



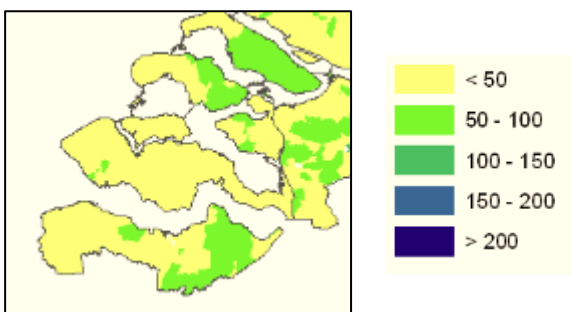
Figuur 31 Potentiële toename van koolstof in de bodem bij akkerrandenbeheer (kg C/ha/jaar). Bron: Lesschen et al. (2011).



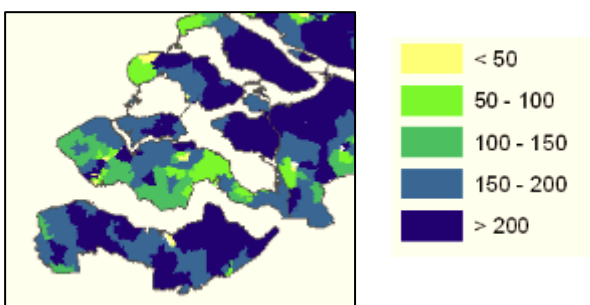
Figuur 32 Potentiële toename van koolstof in de bodem bij het achterlaten van gewasresten (kg C/ha/jaar). Bron: Lesschen et al. (2011).



Figuur 33 Potentiële toename van koolstof in de bodem bij het niet scheuren van grasland (kg C/ha/jaar). Bron: Lesschen et al. (2011).



Figuur 34 Potentiële toename van koolstof in de bodem bij het toepassen van een vanggewas of groenbemester (kg C/ha/jaar). Bron: Lesschen et al. (2011).



Figuur 35 Potentiële toename van koolstof in de bodem bij het verbeteren van gewasrotaties (kg C/ha/jaar). Bron: Lesschen et al. (2011).

Ruimtelijke weergave en kwantificeren potentieel aanbod koolstofvasthouding

Oude veenpakketten, moerige gronden die niet (intensief) bewerkt en ontwaterd worden, kunnen de in het verleden vastgelegde koolstof goed vasthouden. Echter, uit de bodemkaart (1:50.000) blijkt dat deze gronden een zeer klein areaal innemen en dat de potentie van deze dienst in Zeeland erg klein zal zijn (Figuur 36).

Ruimtelijke weergave en kwantificeren actuele benutting

De actuele benutting van de ecosysteemdienst ‘koolstofvastlegging’ op akkerland is moeilijk te kwantificeren, omdat niet bekend is welke agrariërs welke beheersmaatregelen toepassen. In bos is het Delta Klimaatbos (23 ha) een voorbeeld van actuele benutting. Bij klimaatbossen wordt de aanleg en het onderhoud (deels) betaald door mensen of organisaties die hun CO₂-gebruik willen compenseren met het planten van bomen of het oogsten van duurzame grondstoffen. Het Delta Klimaatbos wordt betaald door het Ministerie van Verkeer en Waterstaat, ter compensatie van de CO₂-uitstoot van de dienstauto's. Het groenafval uit deze klimaatbossen gaat naar de biomassacentrales in Flevoland en Cuijk voor de productie van groen gas (www.staatsbosbeheer.nl). Zoals boven genoemd bieden natte natuurlijke graslanden en rietmoerassen goede mogelijkheden voor het vastleggen van koolstof, maar dit is geen onderdeel van de ambities van het omgevings- en natuurbeleid in de provincie Zeeland (Jonkers, pers. comm.).



Figuur 36 Voorkomen van moerige gronden en veengronden in de Provincie Zeeland. Bron: Bodemkaart van Nederland, schaal 1:50.000. Alterra, Wageningen UR.

1.3.3 Lokale klimaatbeheersing en zuivering van lucht (6)

Wat doet de dienst?

Klimaatbeheersing

In bebouwde gebieden is het warmer dan in niet-bebouwd of landelijk gebied doordat asfalt en andere kunstmatige materialen overdag meer warmte opnemen dan dat ze gedurende de nacht kunnen afstaan (het ‘Urban Heat Island effect’). Ook luchtvervuiling draagt bij aan het vasthouden

van warmte in bebouwde gebieden; ze houdt een deel van de inkomende warmte weliswaar tegen, maar ook meer energie vast. Als gevolg van klimaatverandering neemt de temperatuur in bebouwde gebieden toe. Dit heeft negatieve effecten op de volksgezondheid en het energiegebruik (in warmere zomers neemt deze toe voor koeling) (Kuypers et al., KennisOnline⁷).

Uit onderzoek blijkt dat groen kan helpen de temperatuurstijging in stedelijke gebieden te beperken (e.e. Chen and Wong, 2006). Groen onderschept als het ware het zonlicht voordat het als warmte wordt opgeslagen in de afgedekte omgeving. Groen zorgt voor een hogere luchtvochtigheid waardoor het effect van de straling van de zon vermindert en de temperatuur daalt. 's Nachts verplaatst koel water uit de grond naar de lucht waardoor de temperatuur daalt. Bomen onttrekken vocht uit de koele ondergrond (10 gr C of lager). Daardoor kan de temperatuur in de lagere delen van het bladerdek dalen, terwijl aan de bovenkant van het bladerdek de temperatuur hoger kan liggen dan in de omgeving. Dit effect is ook merkbaar voor solitaire of verspreid staande bomen. Bebouwde gebieden kunnen ook gekoeld worden met oppervlaktewater (Kuypers et al., in KennisOnline⁸). De configuratie van het groen zelf, en van groen en waterpartijen ten opzichte van de bebouwing bepalen het koelend effect. Het effect beperkt zich niet tot de zone met groen of water zelf, maar beïnvloedt een gebied rondom het park of de waterpartij. Voor kleine parken is dit gebied tussen 2 en 4 maal de breedte van het park (Kuypers et al., in KennisOnline⁸).

Zuivering van lucht

Naast koeling kunnen groene landschapselementen helpen bij het zuiveren van lucht door het invangen van fijn stof (PM₁₀), en door de opname van SO₂, NO₂ en ammoniak (Mc Donald et al., 2007; Van Dijk et al., 2005). Het vermogen van groen om deeltjes uit droge depositie in te vangen, en van bomen in het bijzonder, is te danken aan het grotere specifieke oppervlak van vegetatie dan van andere typen landbedekking. Daarnaast bevorderen bomen verticaal transport van lucht en deeltjes doordat ze turbulentie veroorzaken (Gallagher et al., 1997, in: Mc Donald et al., 2007). De afmetingen, de porositeit en het oppervlak en de morfologie van de bladeren van een groenelement bepalen het effect op de luchtstroming, en daardoor de mate waarin verontreiniging in contact komt met de bladeren. Verschillende boomsoorten hebben daarom een verschillend vermogen om lucht te zuiveren. Lariks, Schotse den en zilverberk staan bekend om hun grote luchtzuiverende vermogen, maar wilg doet het minder goed (Hewitt, 2003, in: McDonald et al., 2007). Wel moet worden gerealiseerd dat de ingevangen deeltjes niet altijd permanent worden verwijderd uit het ecosysteem, omdat de stoffen die niet door de vegetatie worden opgenomen zich door uitspoeling in de bodem rondom de bomen kunnen ophopen. Daarnaast kunnen sommige bomen juist bijdragen aan luchtvervuiling door de uitstoot van vluchtige organische bestanddelen, die kunnen bijdragen aan het vormen van ozon (Owen et al., 2003, in: McDonald et al., 2007).

Ruimtelijke weergave potentieel aanbod

Groenelementen vormen de basis voor het aanbod van de ecosystemendiensten klimaatbeheersing en luchtzuivering. Daar waar groenelementen in het landschap kunnen worden ingepast, is sprake van een potentieel aanbod. Het kan hierbij gaan om weg- en erfbeplanting, groenelementen langs waterwegen en in stedelijk en bebouwd gebied. Hieronder is een rekenvoorbeeld gegeven voor het potentieel aanbod van de opname van ammoniak door windsingels rondom veehouderijen.

In de Provincie Zeeland is 43.800 ha aangemerkt als kwetsbaar gebied rondom veehouderijen (bron gegevens: Provincie Zeeland). Hier zouden windsingels effectief zijn in het terugdringen van het verspreiden van emissies uit de veehouderij zoals ammoniak, fijnstof en geur (Van Dijk et al., 2005). Uit een studie van Van Dijk et al. (2005) blijkt dat de filterende werking van de planten in windsingel rondom een varkensveehouderij maximaal 10% was voor NO₂. Voor ammoniak zou dit aandeel

⁷ <http://edepot.wur.nl/163244>

⁸ http://www.degroenestad.nl/cgi-bin/neosense.exe/Groen_voor_Klimaat.pdf

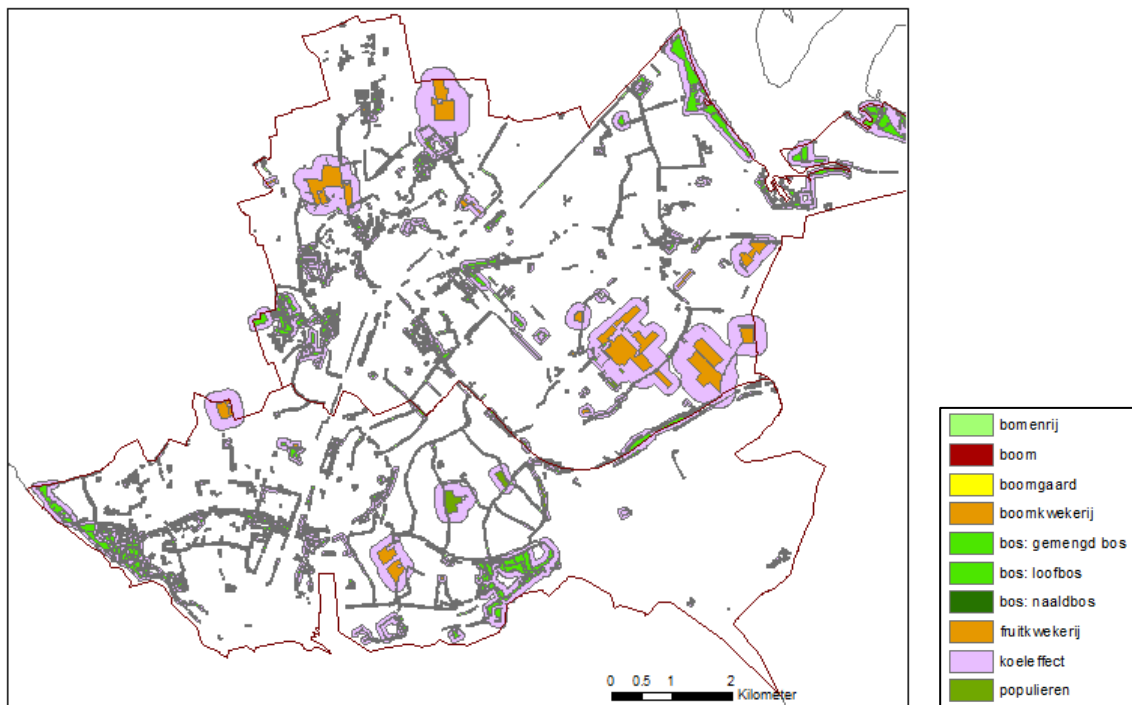
hoger kunnen liggen. Voor fijnstof PM10 werd de vangstefficiëntie op maximaal 25% geschat. Volgens de Emissieregistratie bedroeg de emissie van ammoniak uit de landbouw (dieren, kunstmest en bedrijven) gemiddeld over Zeeland in 2009 1019 kg/km². Als we deze waarde als een minimale schatting aannemen voor de kwetsbare zones rondom veehouderijen, en de minimale opname-efficiëntie van windsingels als 10%, is de geschatte potentiële opname van ammoniak rondom veehouderijen in Zeeland 44.630 kg op jaarbasis.

Ruimtelijke weergave en kwantificering potentieel aanbod en actuele benutting

Voor de ruimtelijke weergave van het koelend en luchtzuiverend effect van groen in stedelijk bebouwd gebied is het grondgebied van de gemeenten Middelburg en Vlissingen gekozen.

Koelend effect

Bomen, boomrijen, bos en kwekerijen werden weergegeven met het gebied dat beïnvloed wordt door hun koelend effect. Dit gebied is gekozen als de zone rondom deze elementen met een diameter die berekend is als tweemaal het gemiddelde van de kleinste afstand van het middelpunt van het element tot aan de grens, en de effectieve diameter (oppervlakte gedeeld door de omtrek van het element). De factor twee is gebaseerd op de effectzone van 2-4 maal de breedte van parken (Kuypers et al., KennisOnline⁸ hierboven).



Figuur 37 Groen-elementen in de gemeenten Middelburg en Vlissingen en zones met koeleffect.

Luchtzuiverend effect

Het luchtzuiverend vermogen van bomen is aanzienlijk. Voor het ruimtelijk weergeven van het luchtzuiverend effect van groenelementen is de weergave van bomen (ook individuele bomen en boomrijen) dan ook het uitgangspunt. Groenelementen met bomen in de gemeenten Middelburg en Vlissingen bedekken 591 ha van het totale oppervlak, ofwel 7%. Bij een dergelijke bedekkingsgraad zijn voor Glasgow reducties in de concentraties van primaire fijnstofdeeltjes in de lucht van 2% gerapporteerd, overeenkomend met 4 ton PM₁₀ per jaar (McDonald et al., 2007). Studies uit de UK rapporteren dat het beplanten van 25% van het potentieel beschikbare oppervlak in stedelijk gebied met bomen kan leiden tot een reductie van 2-10% in de concentraties van fijnstof (PM₁₀). Het aandeel van Zeeland op de landelijke totaal van de fijnstof-emissie bedroeg in 2002 ca. 5% (2.441

ton). Het grootste deel van de antropogene emissies (dus exclusief de landbouw) was afkomstig van verkeer en vervoer (49%), daarna van de chemische (26%) en overige industrie (9%) (Actieplan Fijn Stof-Provincie Zeeland, 2006). Gezien de lage boomedichtheid in Zeeland mag worden aangenomen dat een reductie van 2% in de concentratie fijnstof in de atmosfeer het maximaal haalbare is. Dit zou overeenkomen met 49 ton op jaarbasis.

Koelend effect

Op grond van bovengaande weergave wordt het totale oppervlak met een koelend effect van bomen en ander groen in de gemeenten Middelburg en Vlissingen geschat op 2017 ha, ofwel ruim 20% van de totale oppervlakte van de gemeenten. Als daaraan de waterpartijen worden toegevoegd is het oppervlak met een koeleffect nog groter.

1.3.4 Bestuiving door insecten en ziekte- en plaagwering (7)

Wat doet de dienst?

Honingbijen verzorgen het grootste deel van de bestuiving van Nederlandse cultuurgewassen (groenten en fruitteelt, en zaadteelt), en dragen bij aan de bestuiving in de natuur. De genoemde cultuurgewassen zijn erg kwetsbaar voor het wegvallen van de bestuiving door honingbijen. Voor de bestuiving in de natuur zijn ook andere insecten belangrijk. Insectenbestuiving in de natuur is erg belangrijk voor de biodiversiteit: 80% van de plantensoorten heeft insectenbestuiving nodig (Blacuière, 2009).



Foto: Eddy Timmers, treknature.com

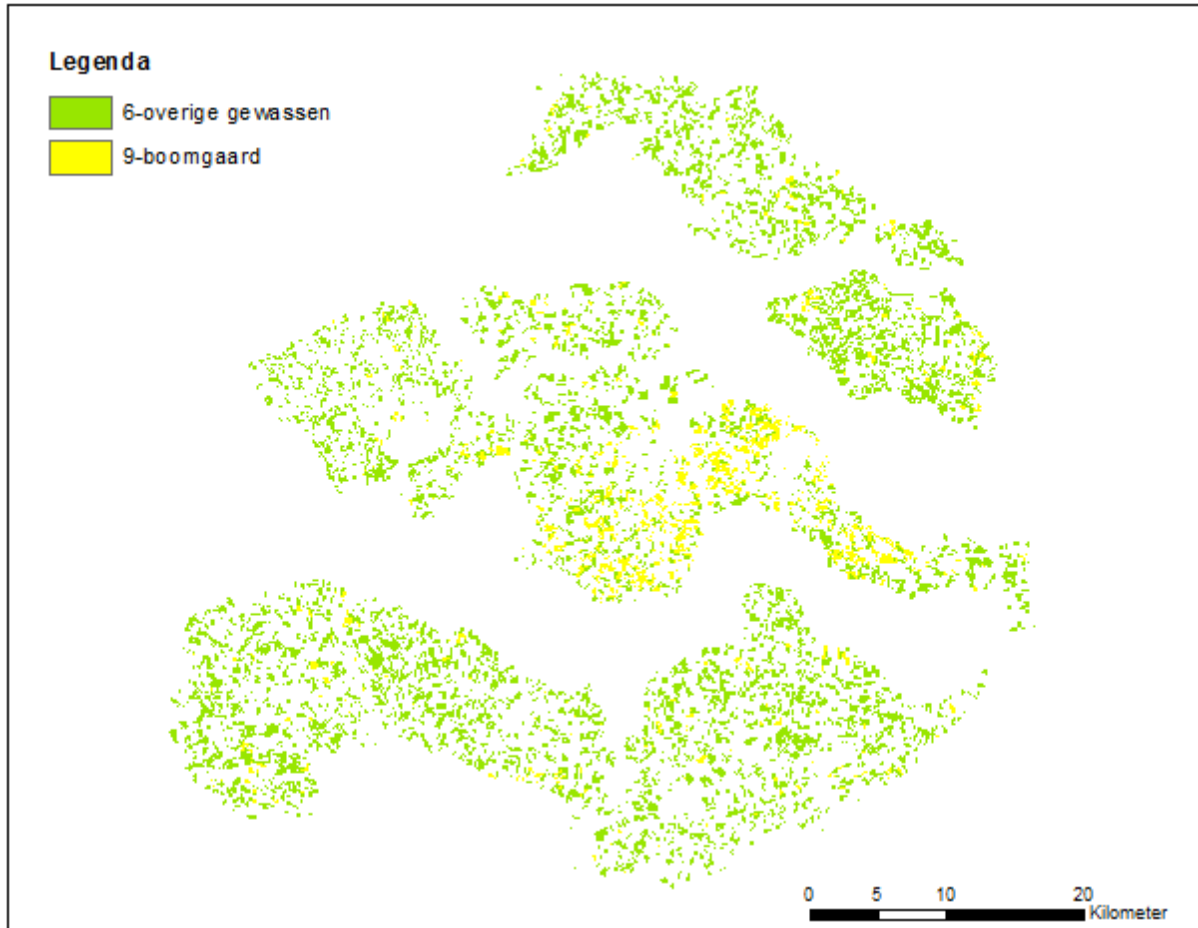
Honingbijen komen tot ca 3 km van hun nest, en in uitzonderlijke gevallen tot 7-8 km. Voor hommels is de afstand 500m tot 1 km. Solitaire bijen gaan vaak niet verder dan een paar honderd meter. Voor de bestuiving van grootschalige monoculturen is daarom de aanwezigheid van geschikte habitats binnen deze afstand van belang (Steffan-Dewenter et al, 2002, in: Blaquièrre, 2009). Bloemrijke akkerranden, heggen en bloemdijken bieden habitats voor wilde bestuivende insecten.

Bestuivende insecten kunnen ook fungeren als natuurlijke vijanden van plaaginsecten voor de landbouw. Bloemrijke akkerranden bieden de nectar en stuifmeel waarvan deze insecten leven. De geschiktheid als 'wegrestaurant' hangt af van de soortensamenstelling. Daarnaast moet voor een goede plaagbestrijding het bloemenmengsel op tijd bloeien, en niet ook de plaag stimuleren (Van Rijn en Wäckers, 2007).

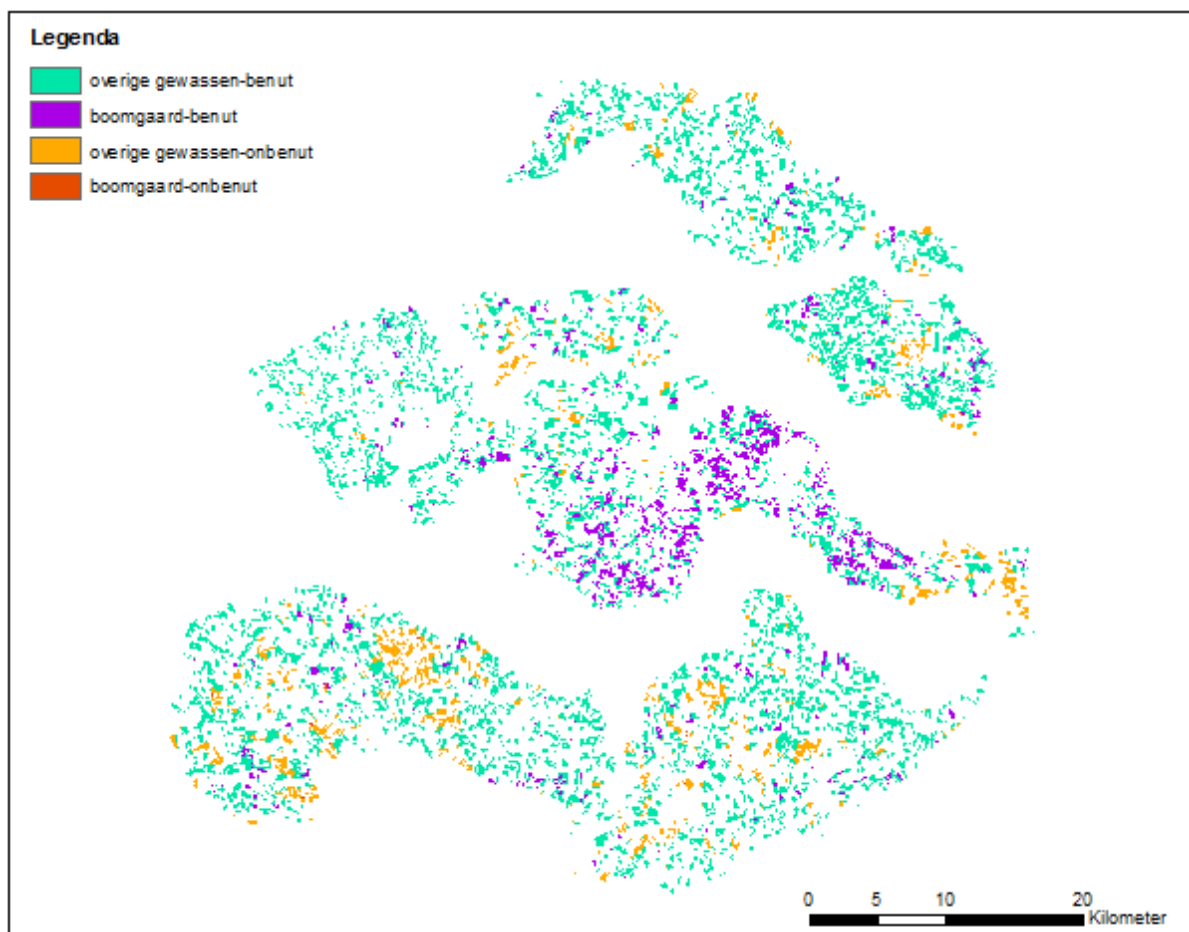
Ruimtelijke weergave potentieel aanbod en actuele benutting

Figuur 38 toont dat nogal wat percelen in Zeeland bestuiving door insecten nodig hebben op grond van het huidig landgebruik. Voor het ruimtelijk weergeven van het potentieel aanbod van bestuiving door insecten werd aangenomen dat bestuivende insecten habitats hebben in heggen en bloemdijken. Akkerranden werden buiten beschouwing gelaten omdat daarover geen ruimtelijke

informatie beschikbaar was. Voor het weergeven van het gebied waar bestuiving door insecten mogelijk is werd verondersteld dat de insecten tot 700 m vanaf de heggen en bloemdijken komen, ongeveer de maximale afstand voor solitaire insecten (Blaquière, 2009). De bestuiving wordt benut in de percelen met vruchtdragende landbouwgewassen of boomgaarden die in deze zones liggen (blauw en paars in Figuur 39), maar niet in de percelen daarbuiten (oranje en rood in Figuur 39).



Figuur 38 Ligging van percelen met gewassen die bestuiving door insecten nodig hebben.



Figuur 39 Ligging van percelen waar bestuiving door insecten benut kan worden.

Kwantificering potentieel aanbod en actuele benutting

Het potentieel bestuifbare gebied in Zeeland door insecten met habitats in heggen en bloemdijken bedraagt 39782 ha, ofwel 28% van het totale areaal landbouwgrond in Zeeland. 87% van dit gebied (ofwel 34.712 ha) is bedekt met landbouwgewassen waarvoor het natuurlijk potentieel aan bestuiving benut kan worden.

De waarde van bestuiving, voornamelijk door de honingbij, is in Nederland ca 1 miljard € per jaar. Andere bestuivende insecten zouden 187 M€ per jaar opleveren (Blaquière, 2009).

1.4 Culturele diensten

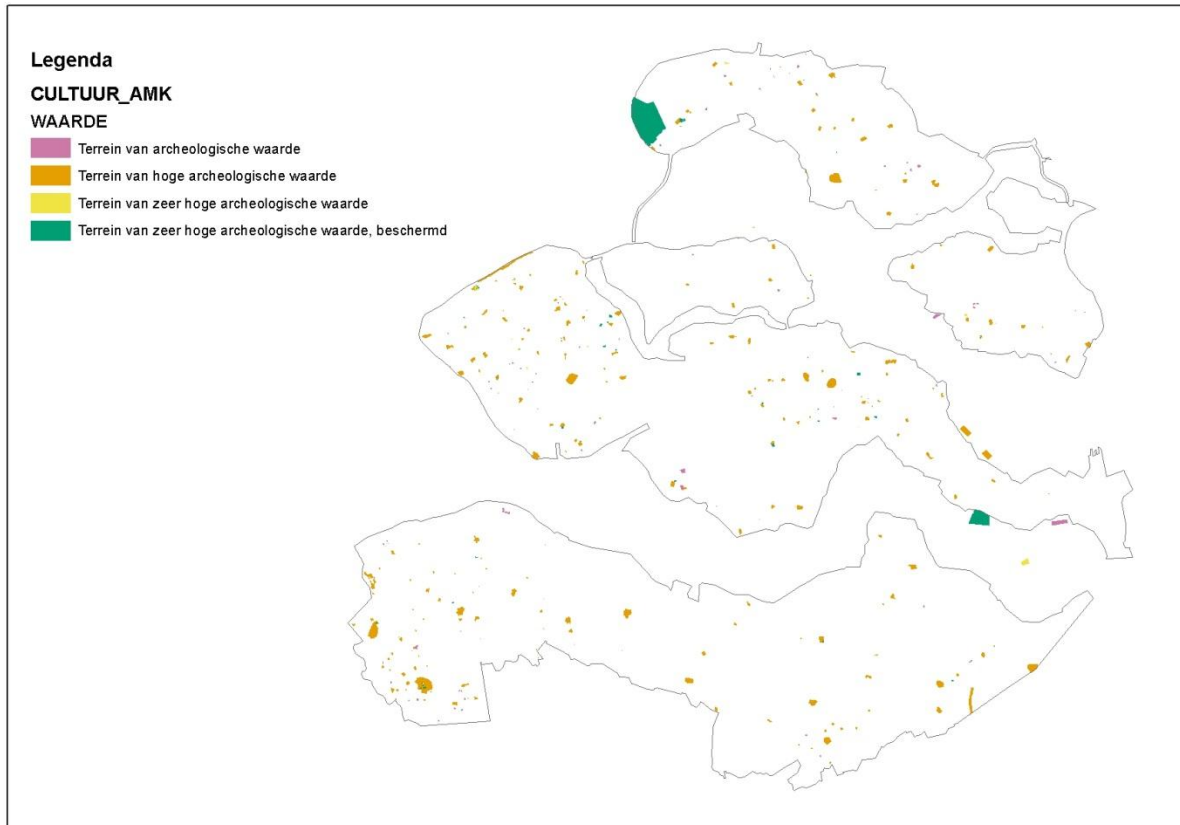
1.4.1 Beleefbaarheid Zeeuws landschap en Zeeuwse identiteit (8)

Wat doet de dienst?

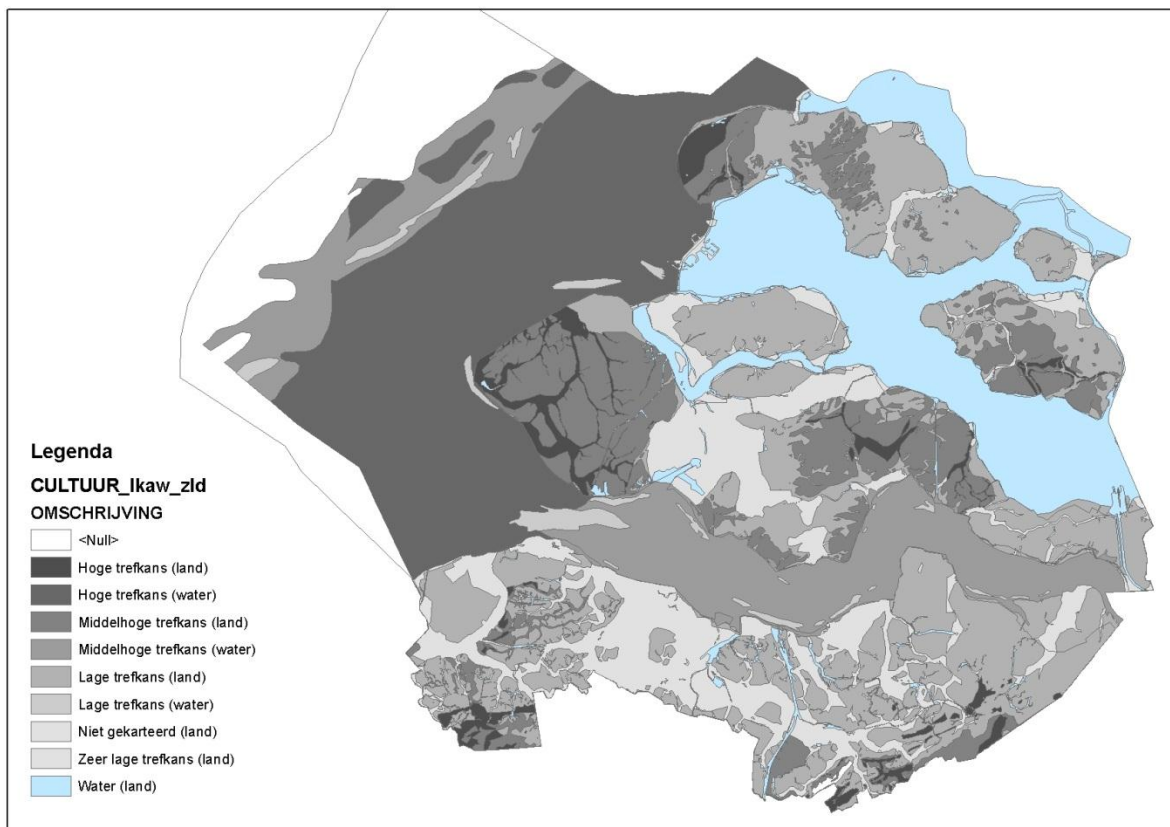
Deze ecosysteemdienst maakt het landschappelijk erfgoed van Zeeland beleefbaar. Dit omvat archeologische en aardkundige waarden en historische landschapselementen die bijdragen aan de Zeeuwse identiteit, maar ook de landschappelijke kenmerken. Voorbeelden zijn aardkundig waardevolle gebieden zoals kreekkruggen, dorps- en stadsgezichten, de openheid van het landschap en verkaveling.

Ruimtelijke weergave potentieel aanbod

Terreinen van archeologische waarde in Zeeland zijn weergegeven in Figuur 40. Deze liggen verspreid over Zeeland. In grote delen van Zeeland is de trefkans op archeologische vondsten groot (Figuur 41).

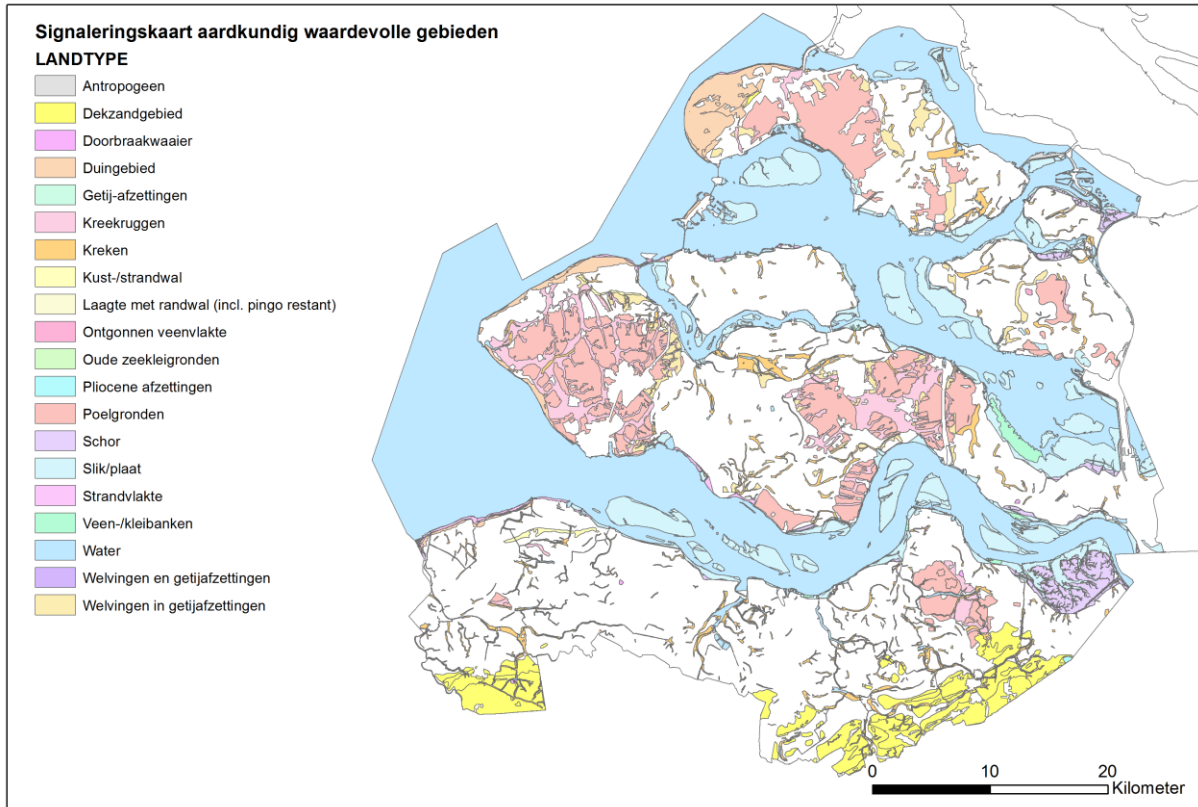


Figuur 40 Terreinen van archeologische waarde in Zeeland. Bron: Provincie Zeeland.



Figuur 41 Trefkans op archeologische vondsten in de Provincie Zeeland. Bron: Provincie Zeeland.

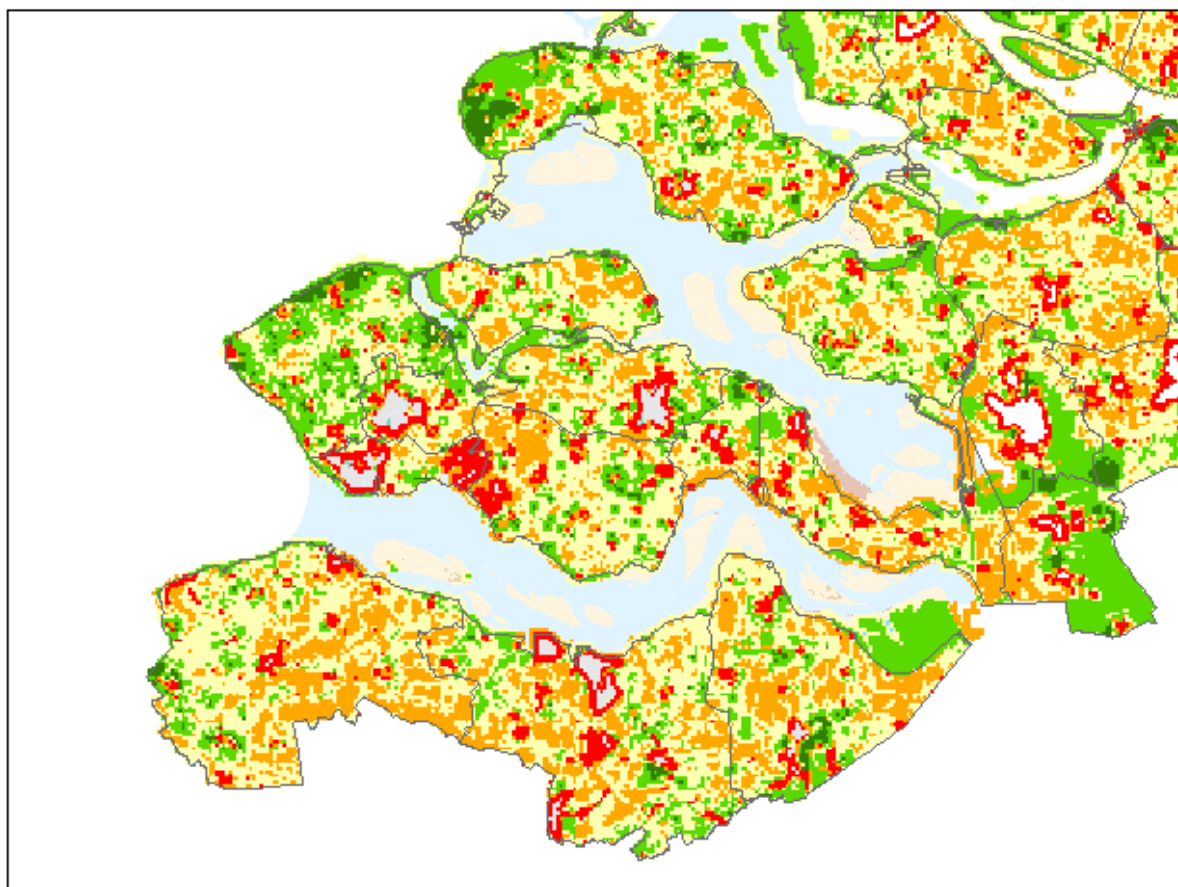
Aardkundig waardevolle gebieden zijn weergegeven in Figuur 42. Deze kaart bevat alle gebieden die een aardkundige waarde hebben, en waarmee rekening gehouden moet worden bij planvorming. Het meest voorkomend zijn duingebieden, poelgronden, kreekkruggen, slikken en platen en dekzandgebieden.



Figuur 42 Aardkundig waardevolle gebieden in Zeeland. Bron: Provincie Zeeland. (2008).

Ruimtelijke weergave actuele benutting

De actuele benutting van landschapsbeleving wordt weergegeven door kaarten uit het BelevingsGIS van Alterra (Roos-Klein Lankhorst et al., 2005), die gebaseerd zijn op onderzoek onder de Nederlandse bevolking. Landschapsbeleving is gemeten aan 6 criteria: geluid, historische kenmerken, horizonvervuiling, natuurlijkheid, reliëf en stedelijkheid (Figuur 44). De scores op deze criteria resulteren in een totaalbeeld van landschapsbeleving zoals weergegeven in Figuur 43. De kaart geeft aan dat de hoogst gewaardeerde gebieden liggen in de kop van Schouwen-Duiveland en van Walcheren en op de Brabantse Wal. Gebieden rondom de steden en grotere plaatsen en de industriehavens worden het minst gewaardeerd als het gaat om landschapsbeleving.



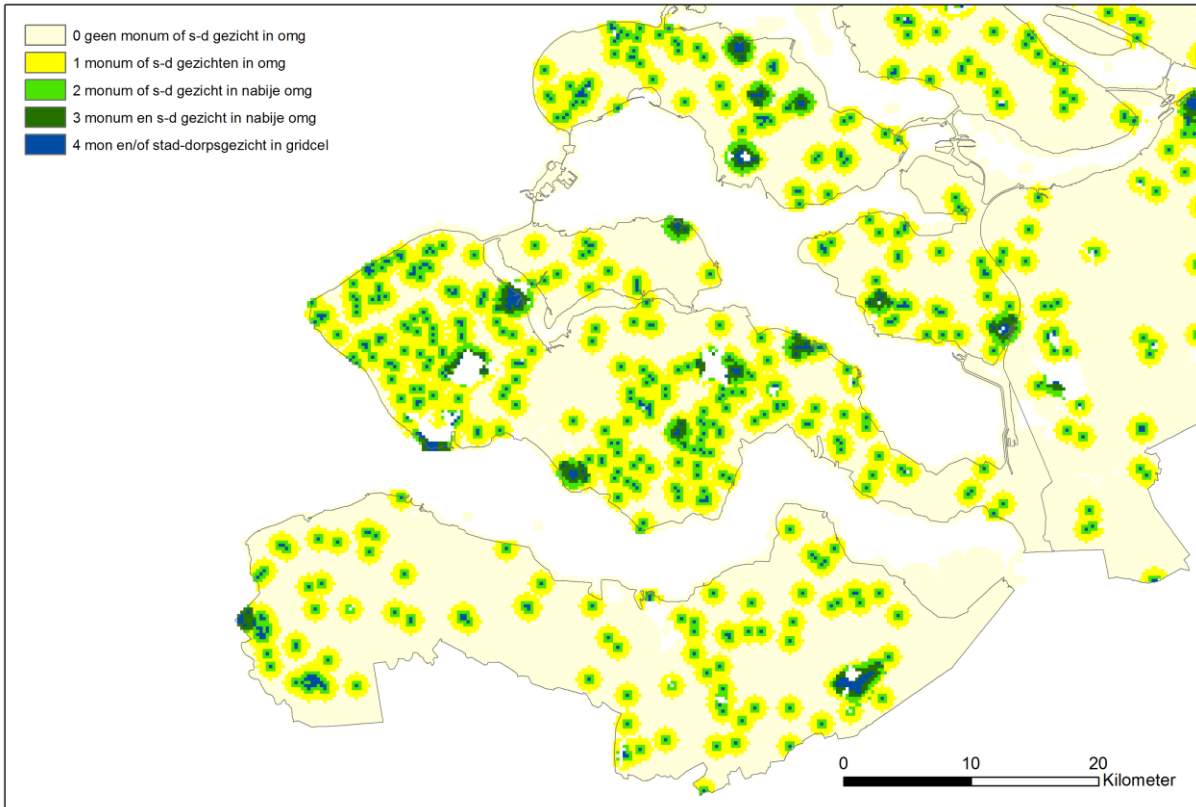
Legendalandschapsbeleving

- laag gewaardeerd
- vrij laag gewaardeerd
- gemiddeld gewaardeerd
- vrij hoog gewaardeerd
- hoog gewaardeerd

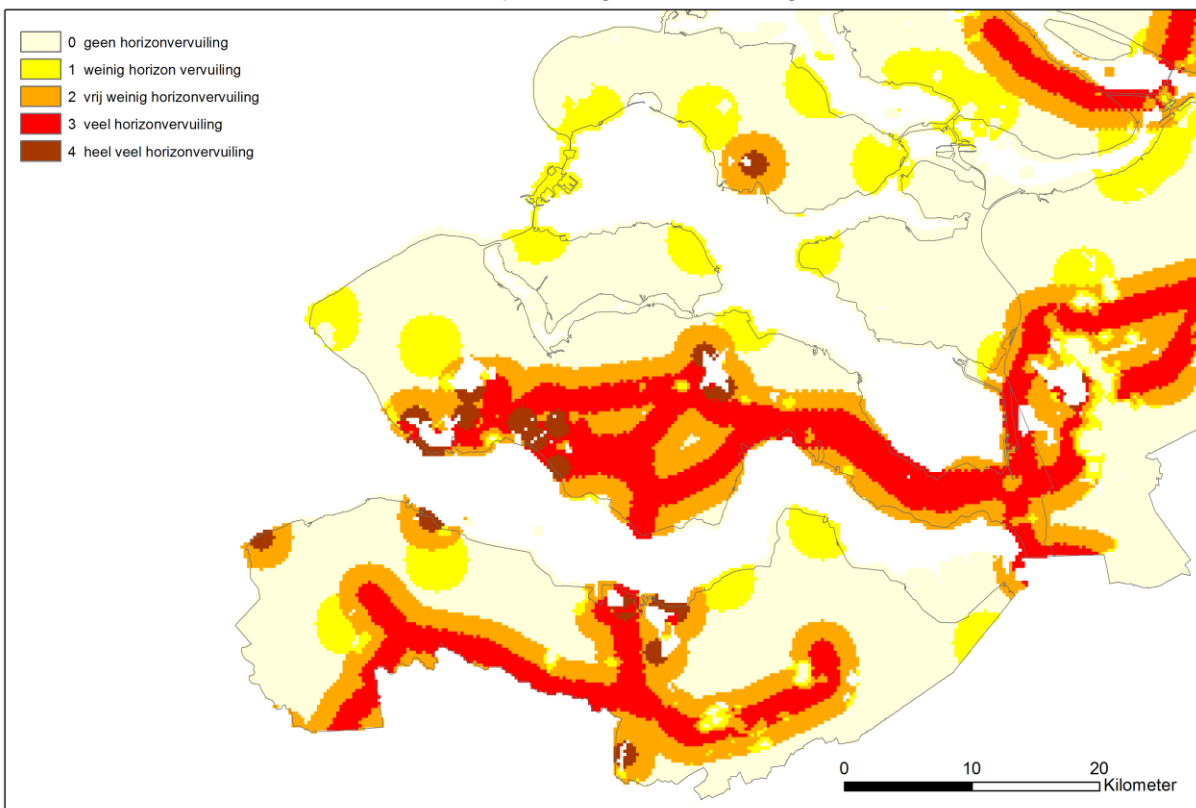
0 5 10 20
Kilometer

Figuur 43 Landschapsbeleving in de Provincie Zeeland op basis van het BelevingsGIS van Alterra (Roos-Klein Lankhorst et al., 2005).

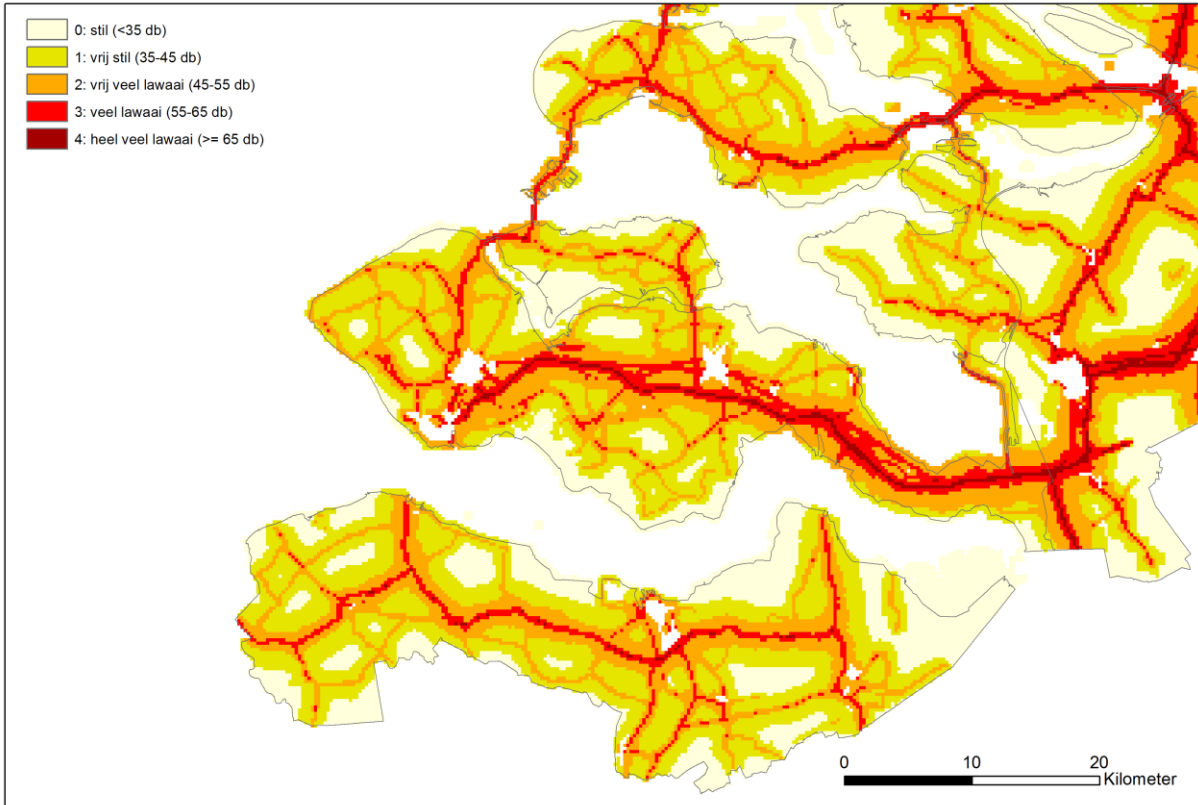
Landschapsbeleving: historische kenmerken



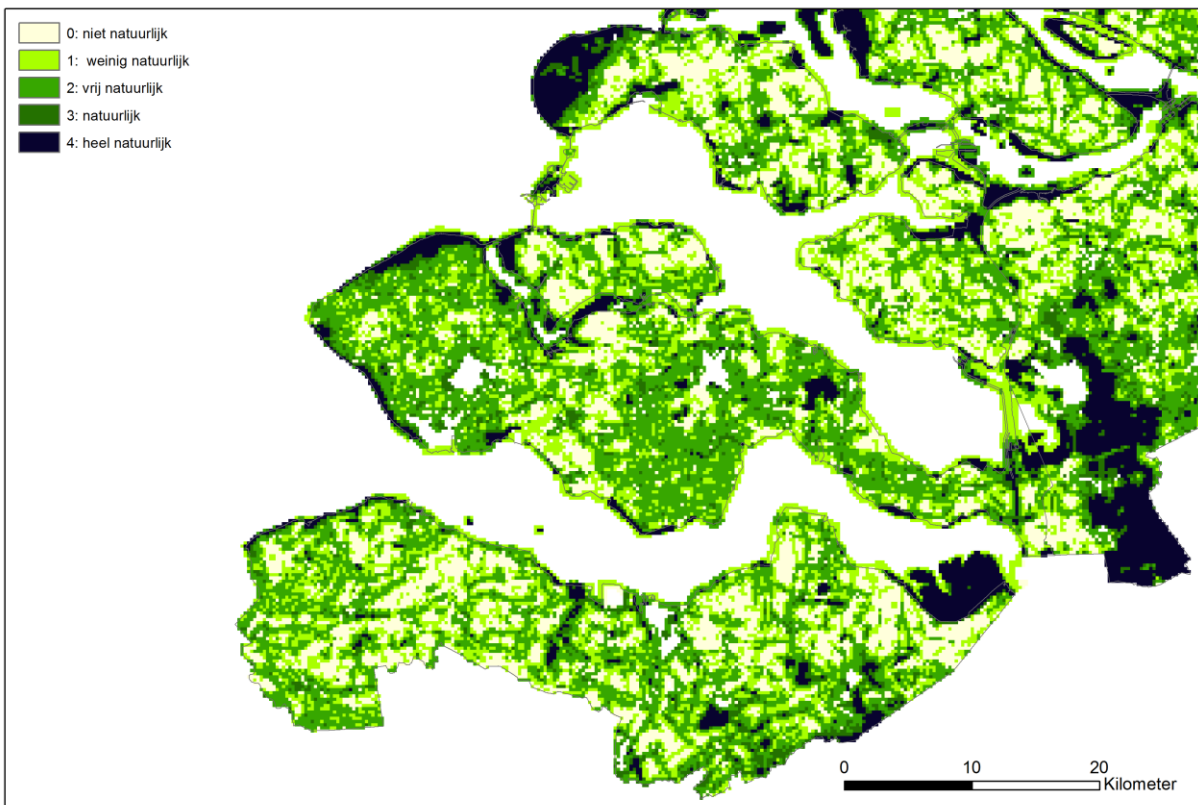
Landschapsbeleving: horizonvervuiling



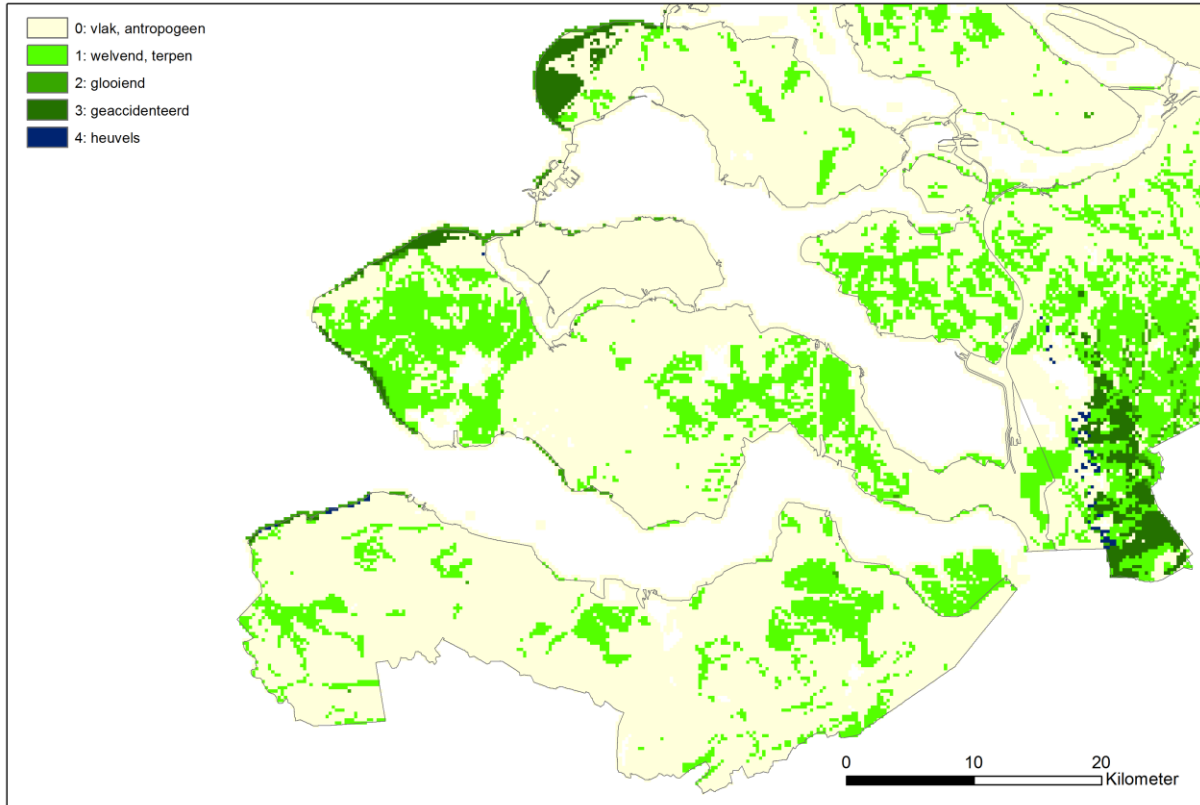
Landschapsbeleving: geluid



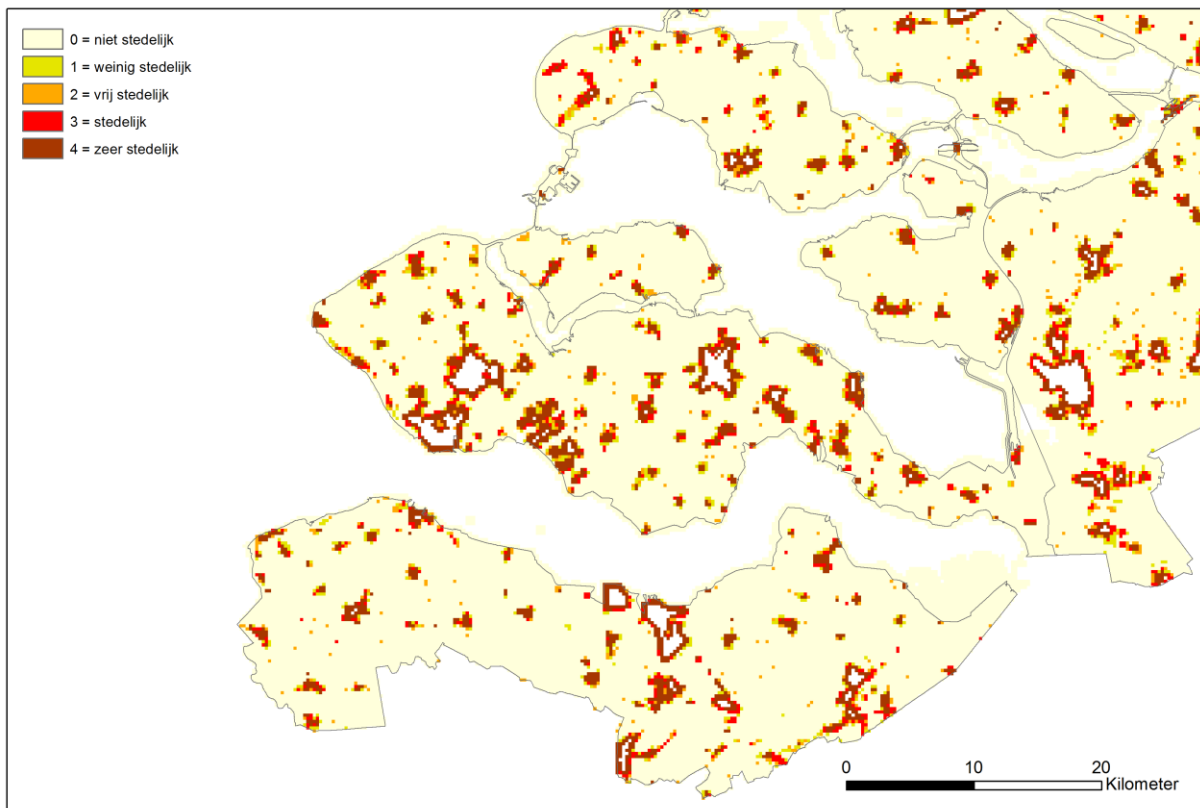
Landschapsbeleving: natuurlijkheid



Landschapsbeleving: relief



Landschapsbeleving: stedelijkheid



Figuur 44 Landschapsbeleving van Zeeland. Bron: BelevingsGIS, Roos-Klein Lankhorst et al. (2005).

1.4.2 Recreatie en toerisme (9)

Wat doet de dienst?

Het faciliteren van recreatie en toerisme door het landschap (inclusief het water) is gericht op de besteding van vrije tijd. De stranden zijn de drager voor het grootste aantal recreatie-activiteiten (Figuur 45). Niet genoemd in de tabel zijn de recreatie-activiteiten op en in het water, maar ook deze zijn kenmerkend voor Zeeland (zeilen, surfen, duiken, zwemmen, sportvissen).

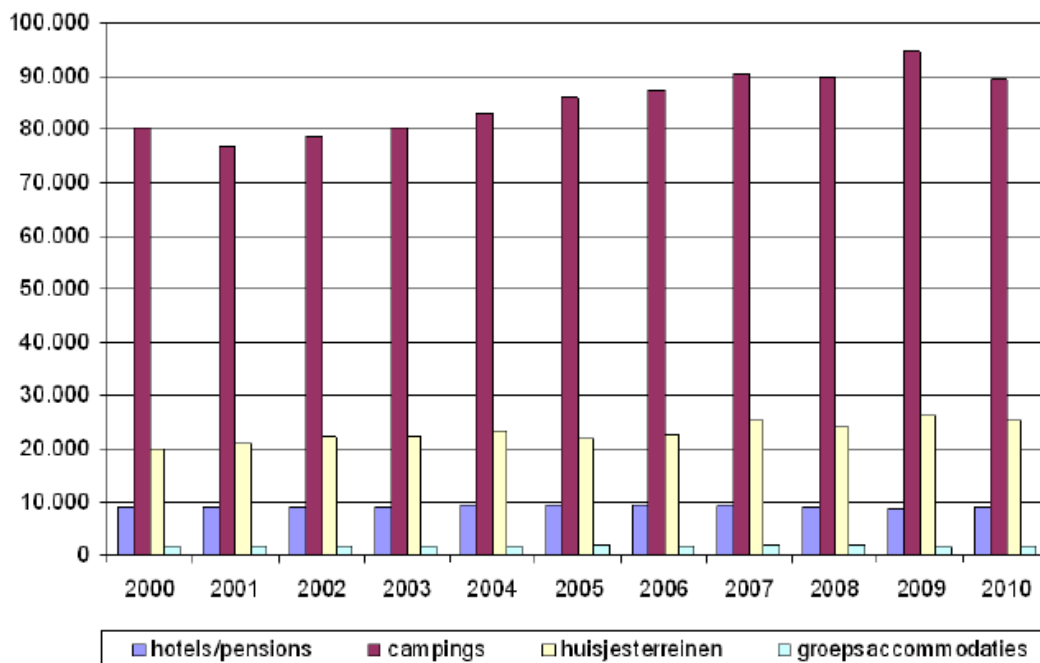
Top 10 Recreatieactiviteiten in Zeeland	
1 Strandwandeling / uitwaaien	86%
2 Strand voor zonnebaden	52%
3 Funshoppen / winkelen	51%
4 Bar / café	50%
5 Wandelen	50%
6 Gastronomisch / restaurant	49%
7 (Historische) bezienswaardigheden	47%
8 Natuurgebied / bos	43%
9 Fietsen	41%
10 Museum	22%

(2010, NBTC)

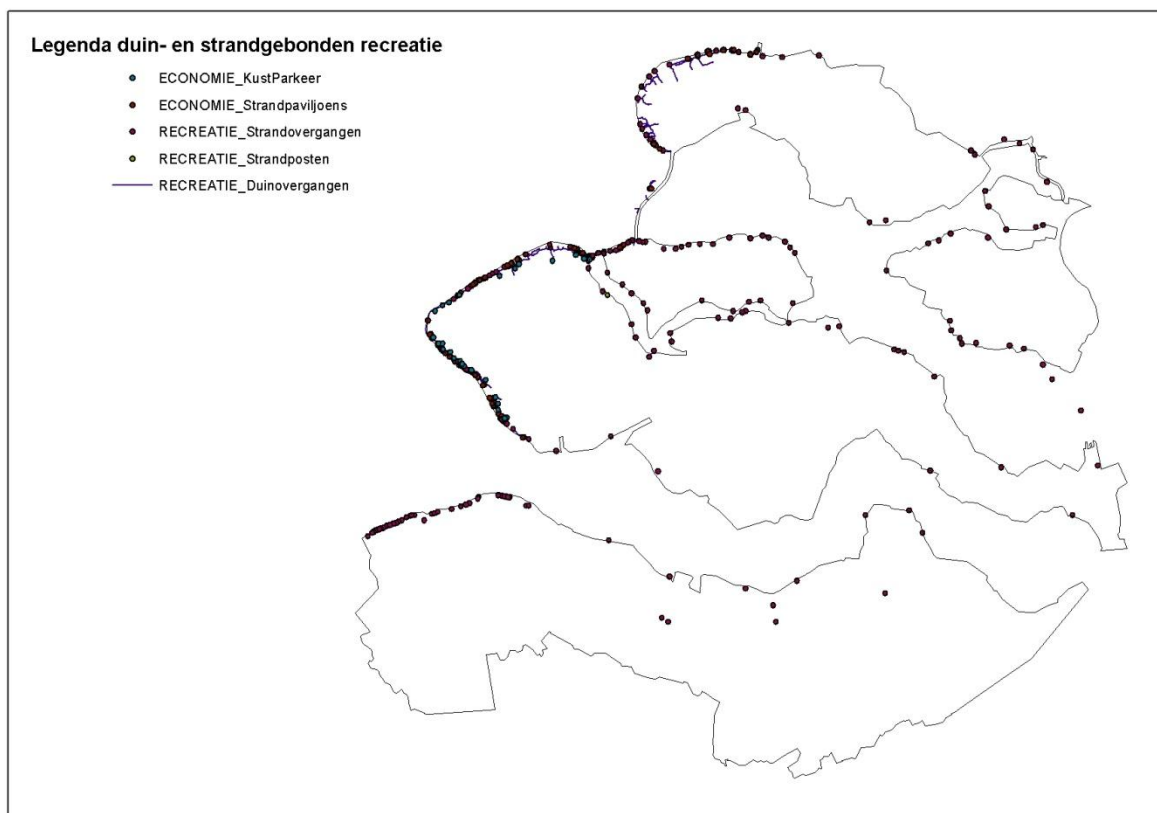
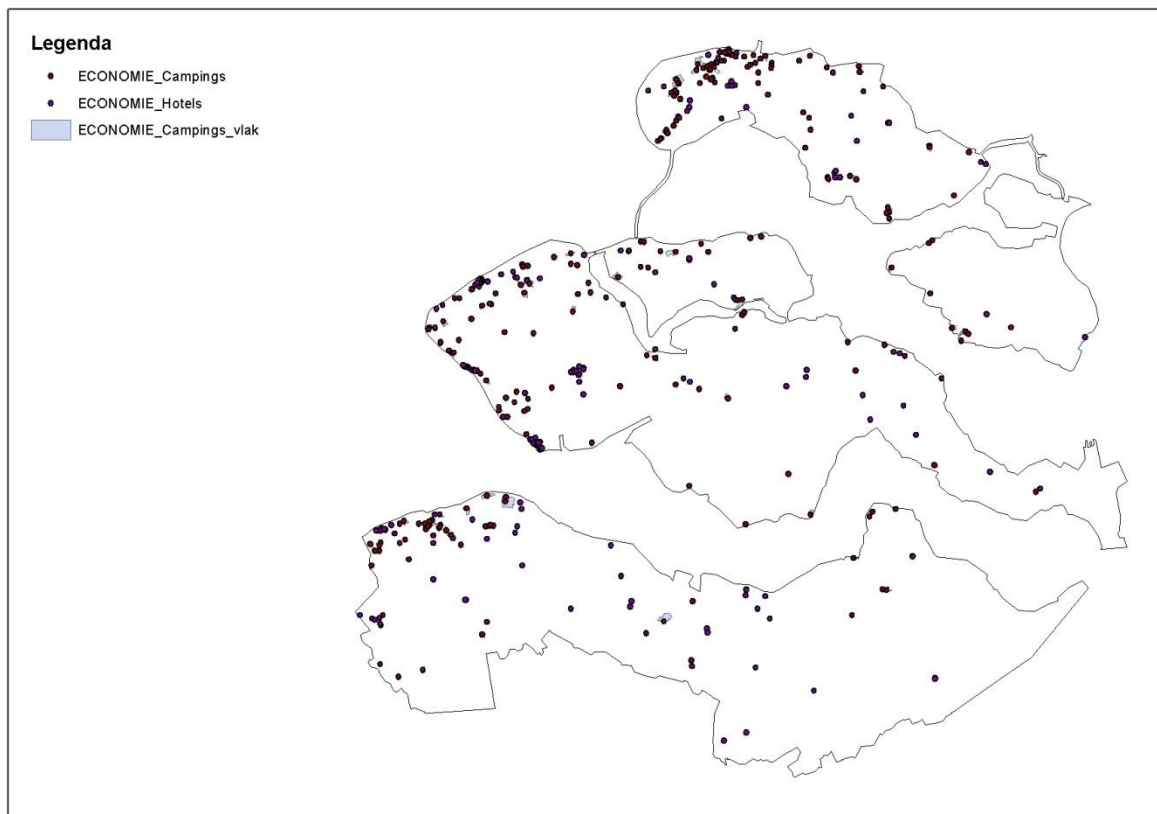
Figuur 45 Recreatie-activiteiten in Zeeland. Bron: Omgevingsplan Zeeland 2012, Provincie Zeeland.

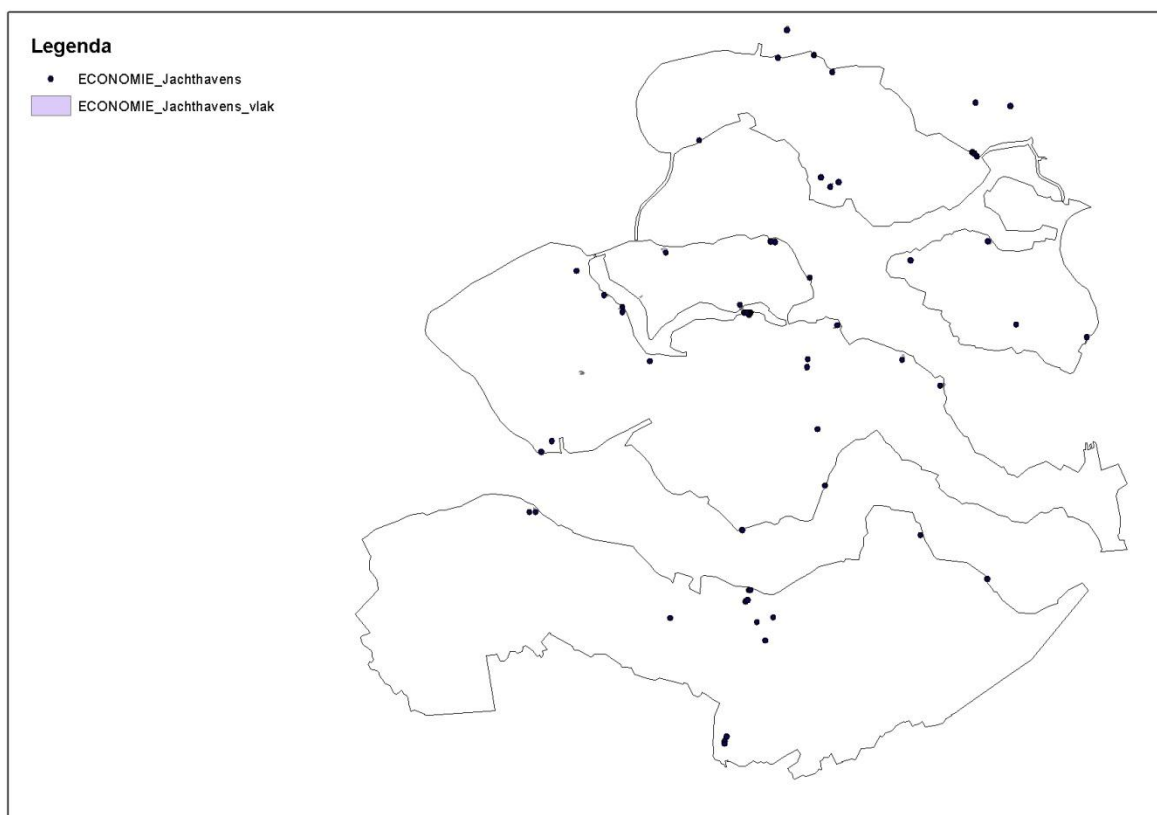
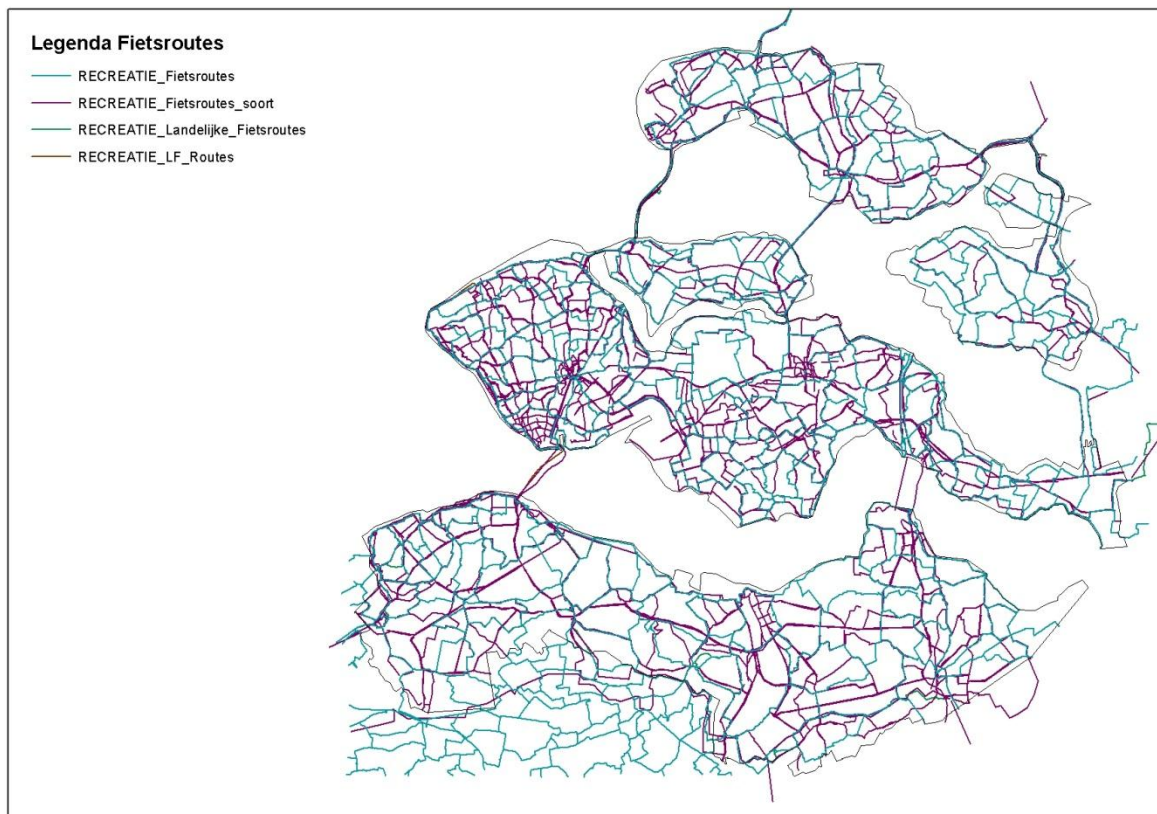
Ruimtelijke weergave en kwantificering potentieel aanbod

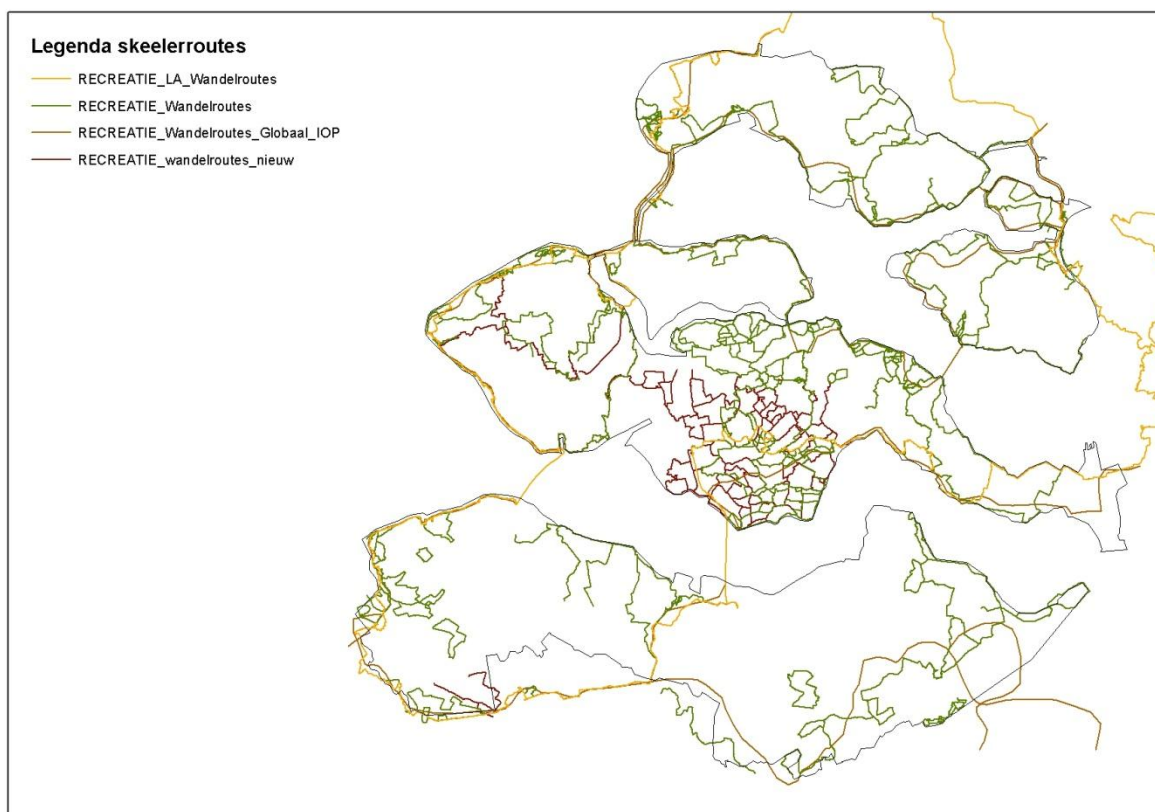
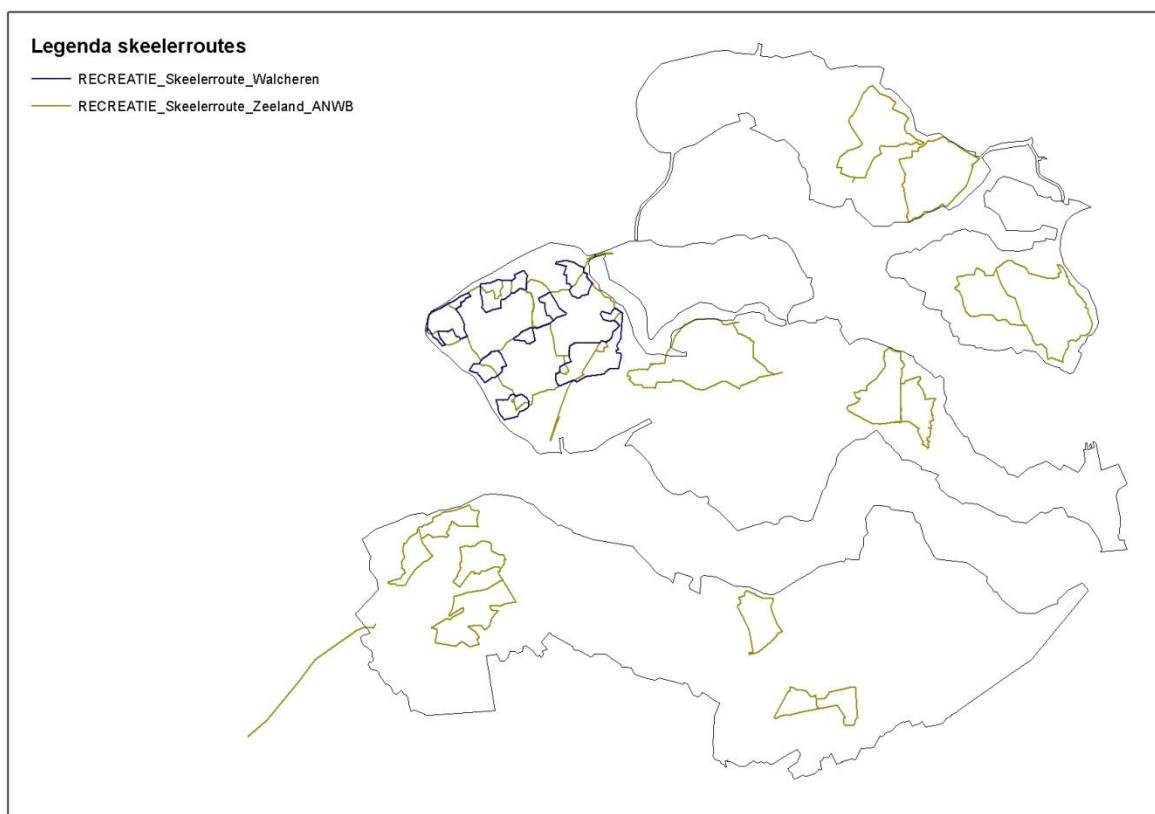
Het potentieel aanbod aan recreatie en toerisme kan worden weergegeven door de ontsluitingsmogelijkheden in de vorm van verblijfplaatsen, watersportlocaties en jachthavens (Figuur 47). Zeeland heeft een groot aanbod aan recreatieve verblijfplaatsen (ruim 125.000 slaapplekken in 2010) (Figuur 46).



Figuur 46 Aanbod aan recreatieve verblijven (slaapplekken op accommodaties) in Zeeland. Bron: Omgevingsplan Zeeland 2012.







Figuur 47 Ontsluitingslocaties voor verschillende vormen van recreatie en toerisme in Zeeland. Bron: Provincie Zeeland.

Ruimtelijke weergave en kwantificering actuele benutting

Zeeland had in 2009 bijna 1.1 miljoen gasten in verblijfsrecreatie (d.w.z. gasten die 1 of meer nachten doorbrachten in Zeeland), waarvan ongeveer 2/3 uit Nederland afkomstig was, en 1/3 uit het buitenland (CBS, 2009, in: Omgevingsplan Zeeland 2012, Provincie Zeeland).

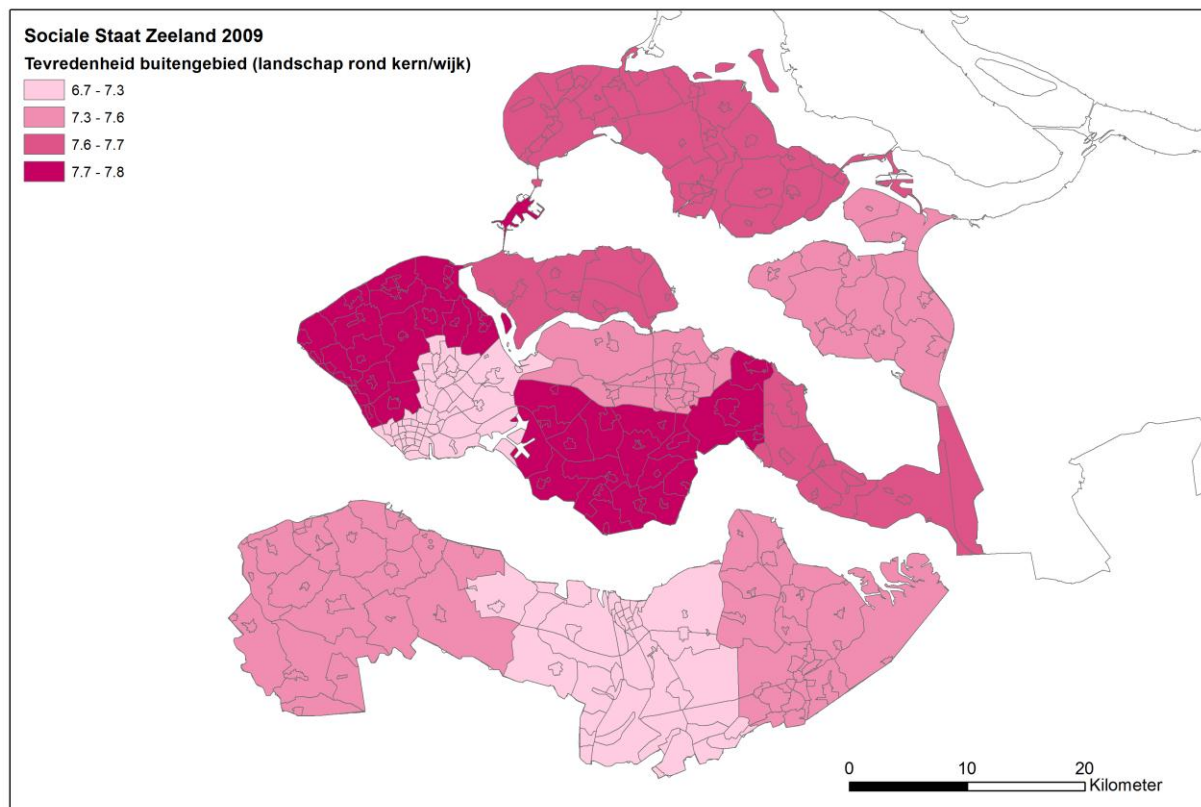
1.4.3 Leefbaarheid

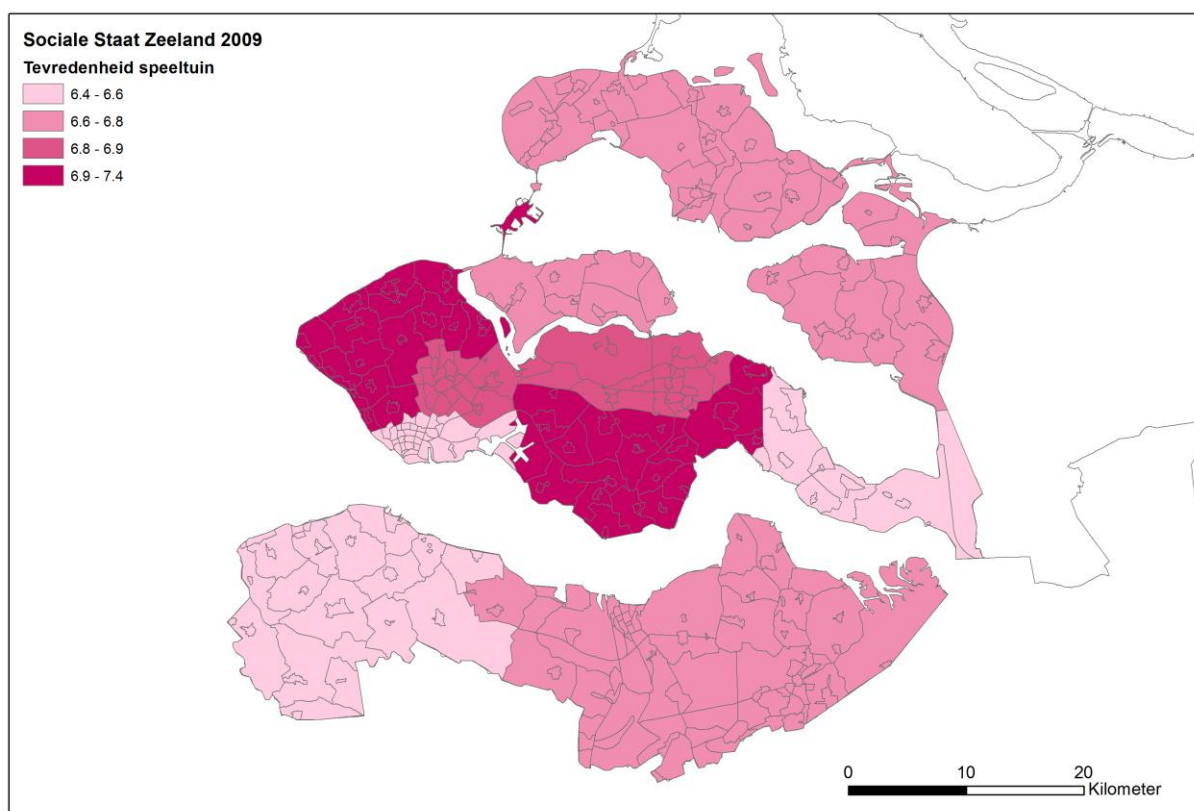
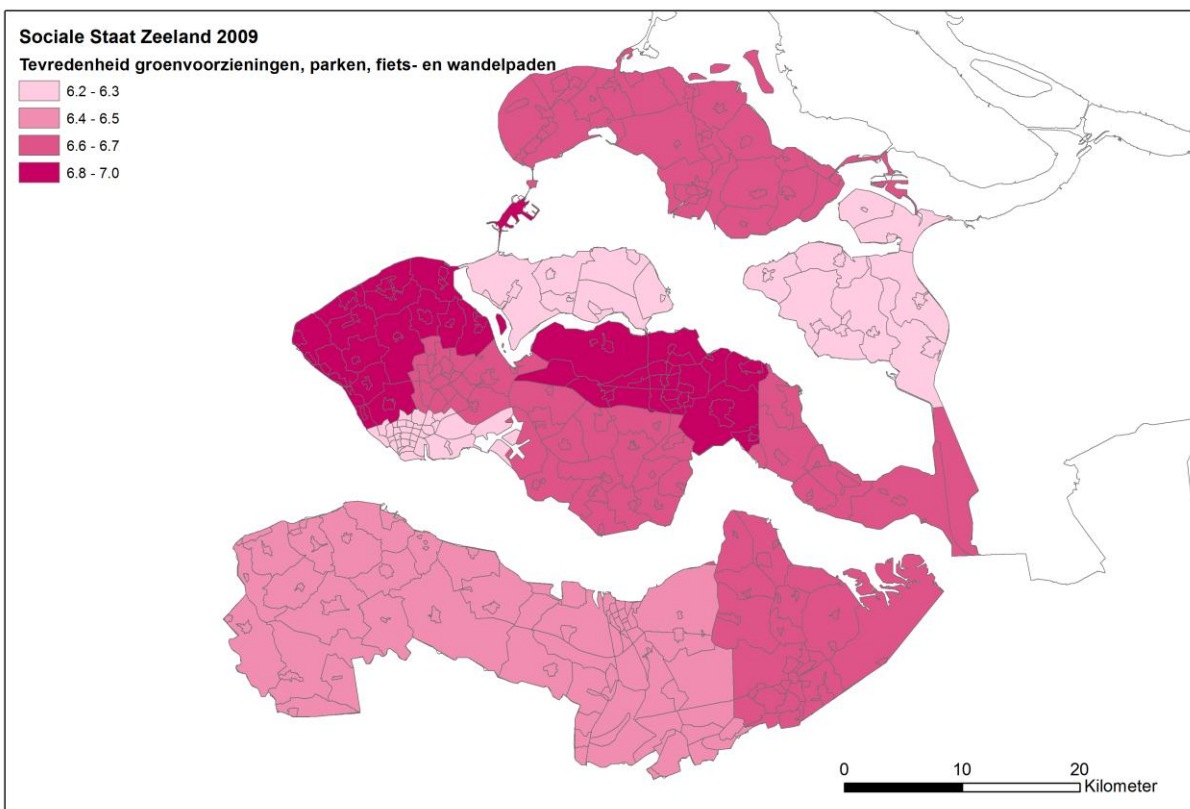
Wat doet de dienst?

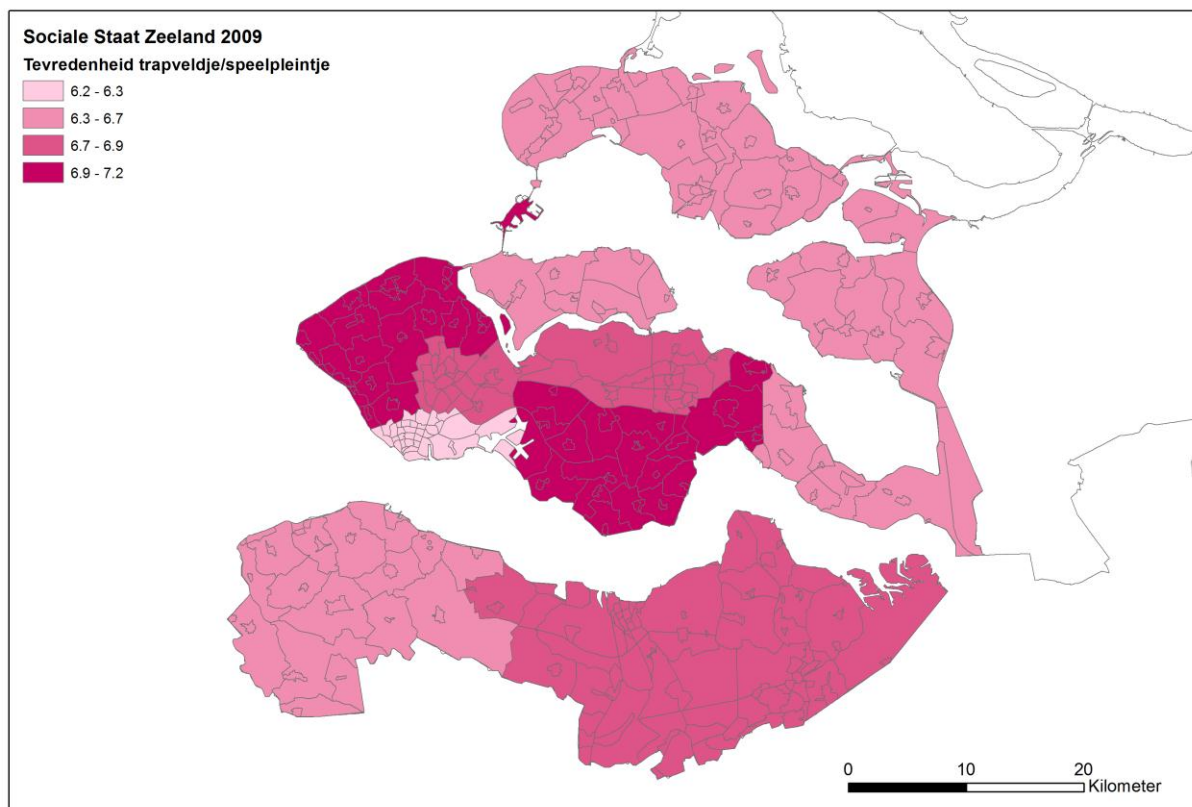
Leefbaarheid geeft aan hoe aantrekkelijk en/of geschikt een gebied of gemeenschap is om in te wonen, leren, werken en recreëren (Scoop, 2011). Als ecosysteemdienst beschouwen we de bijdragen van ecosystemen en groen in de stad en in het landelijk gebied aan leefbaarheid. Voor Zeeland als provincie met een groot oppervlak aan landelijk gebied zijn relaties tussen bewoners van stad en landelijk gebied van belang voor een goede leefbaarheid. De groene leefomgeving kan hieraan een bijdrage leveren, doordat het combinaties tussen stedelijk gebied en ommeland faciliteert. Voorbeelden zijn wandelpaden, cursussen op boerenbedrijven, fruitpluk-mogelijkheden, en locaties voor ouderen op het platteland.

Ruimtelijke weergave actuele benutting

De Sociale Staat van Zeeland (Scoop, 2009) geeft een beeld van de actuele benutting van de ecosysteemdienst leefbaarheid in deelaspecten van leefbaarheid, zoals die gemeten zijn tijdens een grootschalig onderzoek onder de Zeeuwse bevolking. De deelaspecten die betrekking hebben op de groene leefomgeving of groen in de stad zijn de tevredenheid met het buitengebied (landschap rond de woonkern of wijk), de tevredenheid over groenvoorzieningen, parken, fiets- en wandelpaden, en de tevredenheid over speeltuinen, trapveldjes en speeltuinen (Figuur 48). De kaartjes geven aan dat de benutting van de ecosysteemdienst leefbaarheid op basis van deze aspecten het grootst is in Walcheren en Zuid-Beveland.







Figuur 48 Tevredenheid van de Zeeuwse bevolking op deelaspecten van leefbaarheid met betrekking tot groen en ecosystemen. Bron: Sociale Staat van Zeeland, Scoop (2009).

1.5 Habitat services

1.5.1 Behoud van biodiversiteit

Wat doet de dienst?

Biodiversiteit is de motor achter andere ecosystemediensten door de activiteit van dier- en plantensoorten in natuurgebieden en half-natuurlijke elementen in het landschap. Een relatief klein deel van de plant- en diersoorten is verantwoordelijk voor een groot deel van de ecosystemediensten die we benutten. Maar veel soorten zijn van elkaar afhankelijk, en de relaties tussen soorten kunnen veranderen in de toekomst, bijvoorbeeld door klimaatverandering. Om het aanbod aan andere ecosystemediensten in de toekomst te garanderen is het belangrijk biodiversiteit te behouden (Hendriks et al., 2010).

Ruimtelijke weergave en kwantificering van actuele benutting

De actuele benutting van het behoud van biodiversiteit kan op verschillende manieren worden weergegeven (Hein, 2010):

- In de vorm van de beheersinspanning die nodig is om de biodiversiteit te behouden, wetend dat als die er niet is, de diensten niet geleverd worden
- Door indicatoren op ecosystemniveau:
 - a. Aanwezigheid van soorten die indicatief zijn voor milieukwaliteit (bijvoorbeeld de Mean Species Abundance)
 - b. Verstoring van ecosystemen in termen van aangetast oppervlak, of juist wat nog beschermd is: grootte * natuurkwaliteit. De natuurkwaliteit wordt dan uitgedrukt als een ratio tussen de huidige kwaliteit en een referentiestatus.

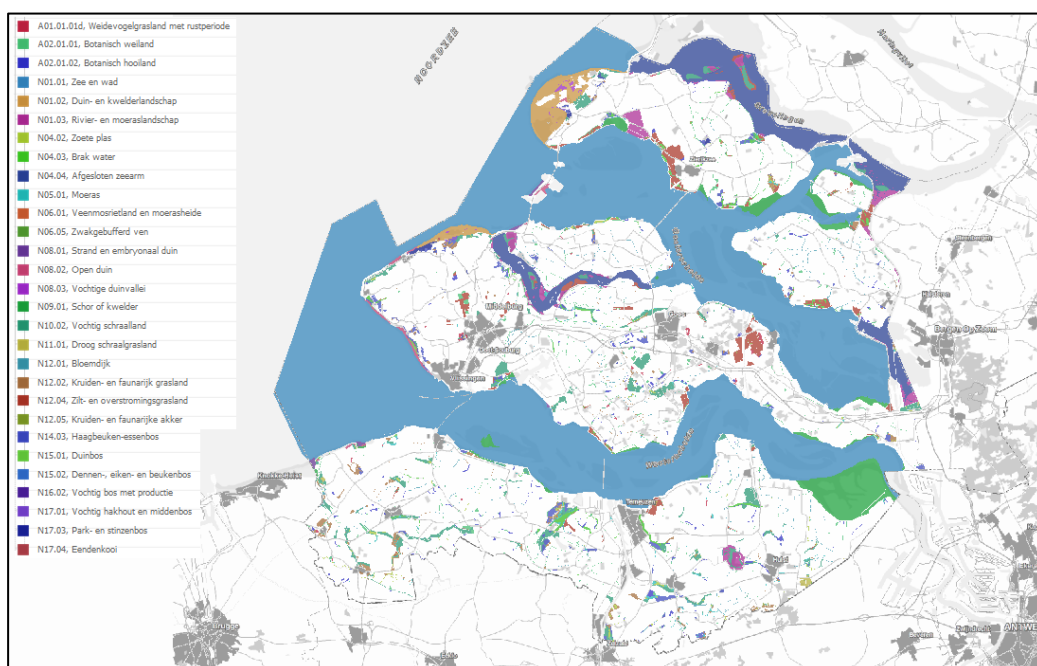
c. Grootte en effectiviteit van beschermd gebied.

Informatie over beheersinspanning is beschikbaar in het Natuurbeheersplan van de Provincie Zeeland (2011) in de vorm van gealloceerde subsidies voor het in stand houden van natuurdoeltypen in het kader van de Subsidieregelingen Natuur en Agrarisch Natuurbeheer (SN en SAN).

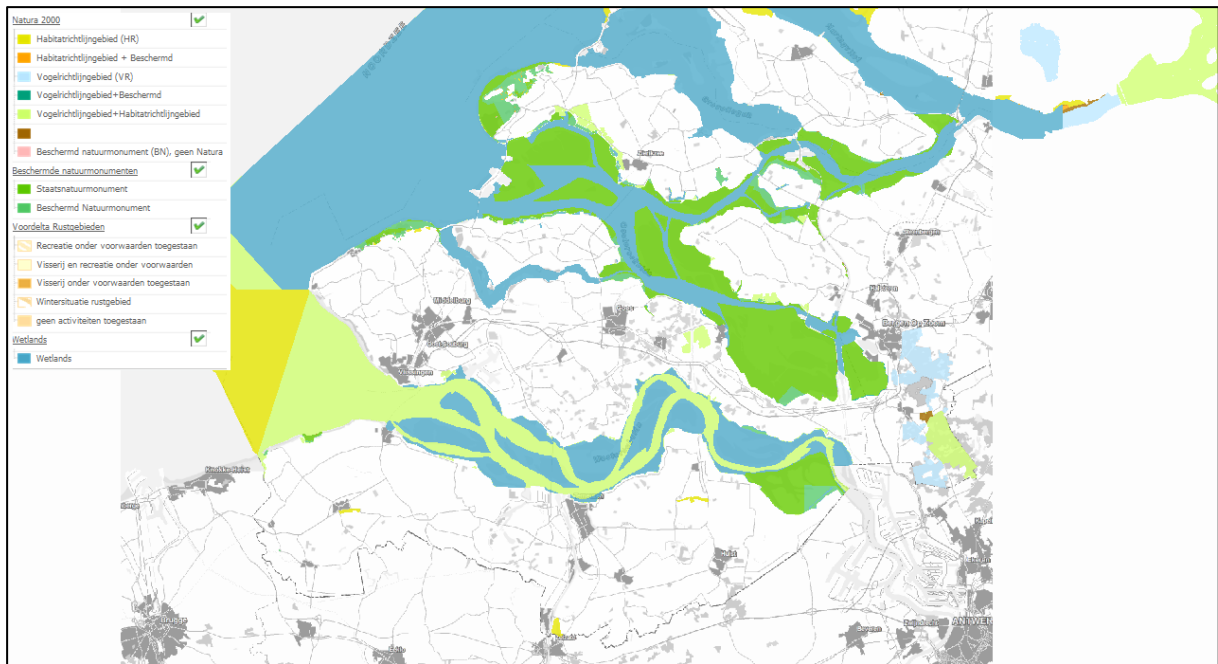
Ruimtelijke gegevens over de grootte van beschermde gebieden zijn beschikbaar in de vorm van het Natuurbeheersplan van de Provincie Zeeland (2011) (Figuur 49), de Natura 2000-gebieden (Figuur 50), Nationale Landschappen en Parken, en de EHS-gebieden (Figuur 51). Deze kaarten geven echter geen informatie over de kwaliteit van een gebied (tbv b) of van de effectiviteit van het beheer (tbv c).

Mogelijk zijn indicaties van de natuurkwaliteit of de effectiviteit van beschermde gebieden te ontleen aan kengetallen voor de waardering van natuur (Witteveen & Bos, 2006), of realisatie van natuurdoeltypen bij de Provincie Zeeland.

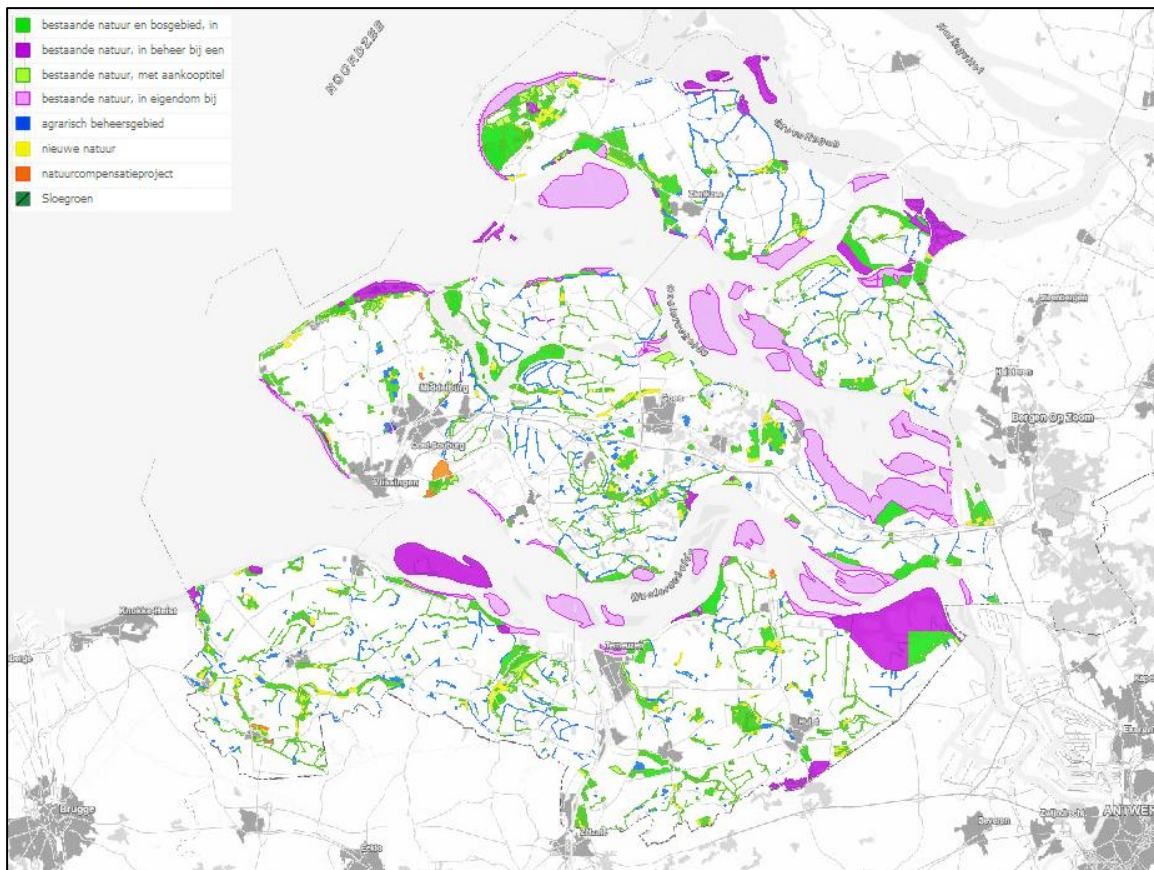
Biodiversiteit komt ook voor in agrarisch gebied en in stedelijk gebied. Gegevens daarvan zijn niet via de Provincie Zeeland beschikbaar. Mogelijk via landelijke studies naar biodiversiteit, en via de Groen Stad (www.degroenestad.nl).



Figuur 49 Natuurdoeltypen in het Natuurbeheersplan van de Provincie Zeeland (2011). Bron: Geoloket Provincie Zeeland.



Figuur 50 Natura 2000 gebieden en andere beschermde gebieden in de Provincie Zeeland. Bron: Geoloket Provincie Zeeland.



Figuur 51 Gebieden behorend tot de EHS volgens het ontwerp van 2011. Bron: Geoloket Provincie Zeeland.

Deelresultaat 1.2 Visualisatie van ecosysteemdiensten

Deelresultaat 1.2 is gegeven in het document 'Schematische tekeningen ecosysteemdiensten', dat apart wordt opgeleverd.

Deelresultaat 1.3 Schets van economische landschappen

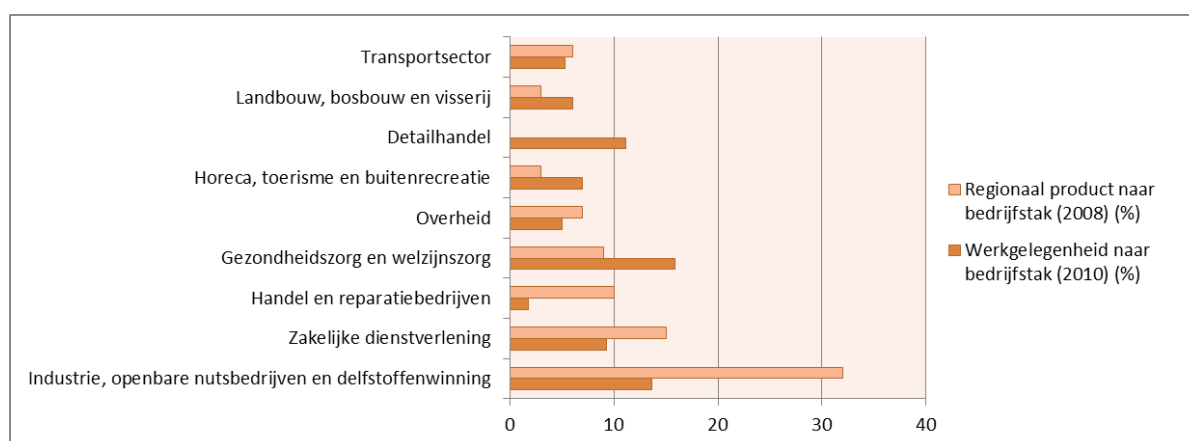
Doel van de schets van economische landschappen is een overzicht te geven van geldstromen om te kunnen bepalen welke actoren ecosysteemdiensten benutten of gebruiken, en hoeveel die waard kunnen zijn.

In deze analyse wordt getracht antwoord te geven op de volgende vragen:

1. Welke economische activiteiten leveren wat op voor actoren in de Provincie Zeeland of delen daarvan?
2. Wat is de betekenis van de economische activiteiten (opbrengst, werkgelegenheid, innovatie), en waar vinden deze activiteiten plaats?
3. Waar zitten de klanten of afnemers?
4. In welke activiteiten vinden investeringen plaats, en waar komen die investeringen vandaan?
5. Welke ecosysteemdiensten zijn van belang voor de 'grote verdiemers' (sectoren en/of bedrijven)?

1.6 Regionaal product

Van alle bedrijfstakken in Zeeland genereert de industrie (inclusief openbare nutsbedrijven en delfstoffenwinning) het grootste regionaal product (3.61 miljard euro in 2008, ofwel een aandeel in de toegevoegde waarde van 32% (Figuur 52 en Tabel 5). Daarna volgen de zakelijke dienstverlening (20%) en handel en reparatiebedrijven (13%). Voor landbouw en visserij en de horeca, bedrijfstakken die vaak worden gedacht van belang te zijn voor Zeeland, is het regionaal product relatief laag (ca 0.3 miljard euro of 3% van het totaal in 2008). Gezondheidszorg en welzijnszorg genereren een gemiddeld aandeel: 1.05 miljard euro of 9% van het totaal in 2008 (Sociaal Economische Schets Zeeland, ZEE1100306, bron: Hogeschool Zeeland). De meeste groei in de periode van 2000 tot 2008 is in de industrie (5%), de transportsector (4%), de zorg, landbouw en visserij (3%) (Provincie Zeeland, 2011).



Figuur 52 Regionaal product en werkgelegenheid in Zeeland naar bedrijfstak. Bron: Sociaal Economische Schets Zeeland (document ZEE1100306, Hogeschool Zeeland) en CBS.

Tabel 5 Regionaal product 2008 voor Zeeland in euros en procenten. Bron: Sociaal-Economische Schets Zeeland (Hogeschool Zeeland) en CBS (2008).

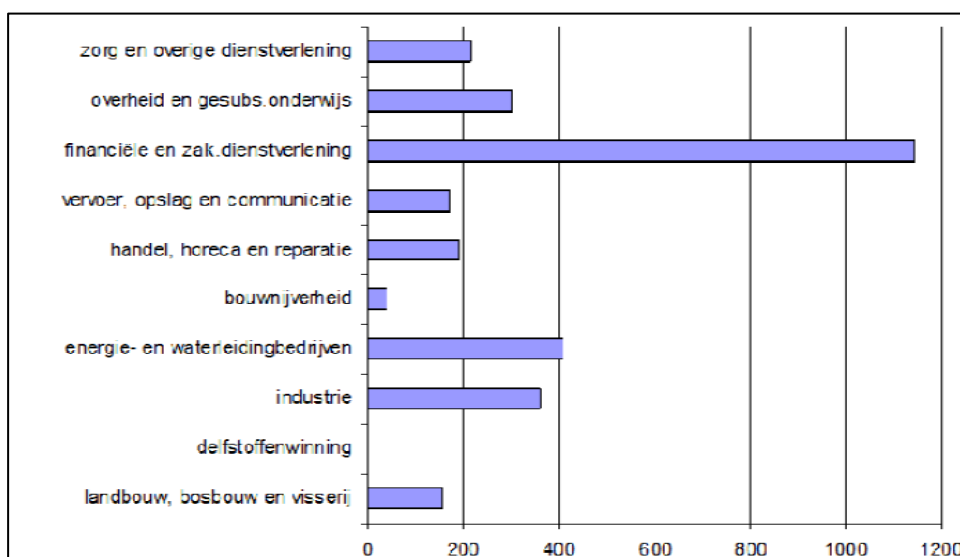
	Zld. (x 1 mld)	Nld. (x 1 mld)	Zld in %	Nld. in %	arbeidsproductiviteit Zld x 1000 euro	arbeidsproductiviteit Nld x 1000 euro
landbouw en visserij	0,33	9,57	3%	2%	46.600	46.700
industrie/nutsbedrijven	3,61	104,73	32%	20%	152.800	118.200
bouwnijverheid	0,62	30,63	6%	6%	63.600	65.200
handel en rep. bedrijven	1,13	67,86	10%	13%	50.900	62.500
horeca	0,29	9,09	3%	2%	43.700	46.600
transportsector	0,65	35,14	6%	7%	81.600	85.500
financiële sector	0,26	30,34	2%	6%	89.700	120.300
zakelijke diensten	1,68	116,97	15%	22%	101.400	93.300
overheid	0,83	36,19	7%	7%	103.100	80.800
onderwijs	0,40	22,69	4%	4%	64.000	67.000
gezondh. - & welzijnzorg	1,05	46,97	9%	9%	53.900	54.300
overige diensten	0,30	19,16	3%	4%	44.600	47.700
totaal	11,13	529,32	100%	100%	81.200	77.700

Uitgedrukt per hoofd van de bevolking was het regionaal product in Zeeland in 2008 9% lager dan landelijk. Dit komt omdat er meer Zeeuwen buiten Zeeland werken dan werknemers van buiten Zeeland in Zeeland. De toegevoegde waarde die elders werkende Zeeuwen voortbrengen wordt immers niet in Zeeland gerealiseerd.

Bij de industrie, de zakelijke dienstverlening en de overheid is de arbeidsproductiviteit (=het regionaal product gedeeld door het arbeidsvolume) in Zeeland relatief hoog in vergelijking met Nederland (zie) (Sociaal-Economische Schets Zeeland, Hogeschool Zeeland, en CBS, 2008).

1.7 Investerings

Van het regionaal product komt een deel in Zeeland terug als investeringen. Tussen 2000 en 2008 bedragen de investeringen in Zeeland jaarlijks 2 tot 3 miljard €. Het grootste deel van deze investeringen vond plaats in de financiële en zakelijke diensten (37%), vervolgens in de industrie (16%), de overheid (13%), de zorg en het vervoer (beiden 8%).



Figuur 53 Investerings naar bedrijfstak in M€. Bron: CBS (2008), in: Provincie Zeeland (2011).

1.8 Werkgelegenheid

De gezondheids- en welzijnzorg vormen de grootste bedrijfstak als het gaat om werkgelegenheid (Figuur 52) met 27.140 arbeidsplaatsen en een aandeel van 15.9% in de totale werkgelegenheid. Daarna volgen de industrie en de detailhandel (excl. auto's) met resp. 13.6% en 11.1% van de totale werkgelegenheid. In de meeste bedrijfstakken daalde de werkgelegenheid sinds 2009, het meest bij de financiële dienstverlening (-6.0%), de bouwnijverheid (-4.7%), in de transportsector (-2.6%) en in de autohandel (-2.1%). De werkgelegenheid nam toe in de sectoren informatie en communicatie (+3.2%), overige diensten (+2.6%), in het onderwijs (+2.2%) en de gezondheids- en welzijnzorg (+1.6%) (Sociaal Economische Schets Zeeland, Hogeschool Zeeland).

Zeeland kent een grote dagelijkse uitgaande werkpencil naar andere provincies en naar België, vooral voor de zakelijke diensten en de industrie. Er is ook een inkomende pencil van arbeidsmigranten op voor werk in de agrarische sector, bouw en industrie.

	inkomend in Zeeland vanuit andere provincies	uitgaand vanuit Zeeland naar andere provincies	inkomend in Zeeland vanuit België	inkomen in Zeeland vanuit andere landen (mn Polen)	uitgaand vanuit Zeeland naar België	uitgaand vanuit Zeeland naar Duitsland
landbouw, bosbouw, visserij	100	200				
industrie	1.000	2.500				
bouw	300	1.600				
handel	1.300	2.200				
horeca	600	500				
vervoer, opslag en communicatie	400	1.700				
zakelijke diensten	1.700	4.800				
overheid	300	1.700				
onderwijs	300	1.000				
zorg	500	1.600				
overige diensten	200	500				
totaal	6.700	18.300	2.770 (RIBIZ)	2.900 (2005)	2.340 (2002)	15 (2002)

Figuur 54 Werkpencil in en uit Zeeland in 2008. Bron: RIBIZ, in: Omgevingsplan Provincie Zeeland (2011).

1.9 Relevante ecosysteemdiensten voor economische sectoren

Er bestaan twee typen markten voor ecosysteemdiensten (Baat, pers. comm.):

1. de private markt, waarin direct betaald wordt voor tastbare producten.
2. De markt van overheidsdiensten (of collectieve diensten), waarvoor via belastingen betaald wordt. Ecosysteemdiensten zijn collectieve diensten als mensen automatisch (dus zonder er iets voor te hoeven doen) deze diensten gebruiken, en het niet mogelijk is mensen uit te sluiten van het gebruik van deze diensten. Een sprekend voorbeeld is de voorziening van schoon drinkwater.

Onder relevante ecosysteemdiensten voor economische sectoren verstaan we die ecosysteemdiensten waarvoor actoren in de maatschappij bereid zijn te betalen. Een overzicht van relevante ecosysteemdiensten helpt afnemers te identificeren van ecosysteemdiensten, en daarmee om na te gaan welke economische waarde deze diensten vertegenwoordigen. Een inschatting van de relevantie van ecosysteemdiensten voor de verschillende economische sectoren in Zeeland is gegeven in Tabel 6.

Tabel 6 Relevante ecosysteemdiensten voor economische sectoren.

Economische sector	Ecosysteemdiensten										
	Voedselproductie grondgebonden (incl zilte teelt op land)	Energieproductie uit biomassa, WKO, wind, zon, water (getijden, osmose)	Drinkwater-productie	Voorraad-beheersing zoet water (waternalevering, waterberging, zoutwaterbuffering)	C-vasthouding	Lokale klimaat-beheersing	Bestuiving door insecten en ziekte- en plaagwering	Beleefbaarheid Zeeuws landschap en Zeeuwse identiteit	Recreatie & toerisme	Leefbaarheid	Behoud van biodiversiteit
Industrie/NUTS-bedrijven	als grondstof	als grondstof	als grondstof (evt van mindere kwaliteit)	tegengaan van wateroverlast				voor blijve werknemers	biedt nieuwe vormen van (industriële) toerisme	voor blijve werknemers	
Toerisme en buitenrecreatie (inc. Horeca)	tbv horeca	voor accommodaties en andere voorzieningen	voor recreanten en toeristen	geen wateroverlast op campings		op accommodaties		voor recreanten en toeristen	voor recreanten en toeristen	blijve inwoners trekken recreanten en toeristen (gastheerschap)	voor het instand houden van bodem-, lucht-, en waterkwaliteit
Landbouw en visserij	is core business	voor bedrijfsprocessen die energie vragen (e.g. landbouwmachines)	voor beregening (evt van mindere kwaliteit)	voorkomen wateroverlast, watertekort en verzilting	voor een vruchtbare bodem			voor inkomsten uit nevenactiviteiten (agrotourisme, zorg, educatie)	voor inkomsten uit nevenactiviteiten (agrotourisme)	voor blijve gezinnen en werknemers	voor het instand houden van bodem-, lucht- en waterkwaliteit
Transport en overslag	als verhandelbaar product	als grondstof						voor blijve werknemers	biedt nieuwe vormen van (industriële) toerisme	voor blijve werknemers	
Zakelijke dienstverlening		als grondstof				voor werknemers in stedelijk gebied en op bedrijventerreinen		voor blijve werknemers	voor blijve werknemers		
Gezondheidszorg en welzijnszorg		als grondstof	voor bedrijfsprocessen en patiënten			voor werknemers en patiënten bij zorginstellingen		voor blijve werknemers en patiënten	voor blijve werknemers en patiënten	voor blijve werknemers en patiënten	

Deelresultaat 1.4 Concept-definities van gebruikerslandschappen

Deelresultaat 1.4 is opgenomen in het document 1.4-aanzet gebruikerslandschappen.pdf.

Appendix 1 Typologie van ecosysteemdiensten volgens TEEB studies⁹

I	PROVISIONING SERVICES
1	Food (e.g. fish, game, fruit)
2	Water (e.g. for drinking, irrigation, cooling)
3	Raw materials (e.g. fiber, timber, fuel wood, fodder, fertilizer)
4	Genetic resources (e.g. for crop improvement and medicinal purposes)
5	Medicinal resources (e.g. biochemical products, models & test organisms)
6	Ornamental resources (artisan work, decorative plants, pet animals)
II	REGULATING SERVICES
7	Air quality regulation (e.g. capturing (fine)dust, chemicals, etc.)
8	Climate regulation (incl. C-sequestration, influence on rainfall, etc.)
9	Moderation of extreme events (e.g. storm protection and flood prevention)
10	Regulation of water flows (natural drainage, irrigation/drought prevention)
11	Waste treatment (especially water purification)
12	Erosion prevention
13	Maintenance of soil fertility (incl. soil formation)
14	Pollination
15	Biological control (e.g. seed dispersal, pest and disease control)
III	HABITAT SERVICES
16	Maintenance of life cycles of migratory species (incl. nursery service)
17	Maintenance of genetic diversity (especially gene pool protection)
IV	CULTURAL SERVICES
18	Aesthetic information
19	Opportunities for recreation & tourism
20	Inspiration for culture, art and design
21	Spiritual experience
22	Information for cognitive development

⁹ The Economics of Ecosystems and Biodiversity

Referenties

- Baaren, E.S. van, Oude Essink, G.H.P., Janssen, G.M.C.M., Louw, P.G.B. de, Heerdink, R., Goes, B., 2011. Verzoeting/verziltting van het freatische grondwater in de Provincie Zeeland: resultaten van het 3D dichtheidsafhankelijke grondwatermodel. Deltares 2011 (concept)
- Blaquière, T. 2009. Visie Bijenhouderij en Insectenbestuiving. Plant Research International B.V. Wageningen, rapport 227. 64 pp.
- Böhnke-Henrichs, A. en De Groot, D. 2010. A pilot study on the consequences of an open Haringvliet-scenario for changes in ecosystem services and their monetary value. Wageningen Universiteit, 80 pp.
- Chen, Y. and Wong, N.H. 2006. Thermal benefits of city parks. Energy and Buildings. Volume 38, Issue 2, February 2006, Pages 105-120
- CSO, 2008. Aardkundige waarden in Zeeland. Inventarisatie en classificatie aardkundig waardevolle gebieden. In opdracht van de Provincie Zeeland. 68 pp.
- MA, 2003. Millennium Ecosystem Assessment.
- Van Dijk, C., Dueck, Th., Wamelink, G. en Mosquera, J. 2005. Invloed van een landschapselement (windsingel) op de verspreiding van ammoniak uit een varkenshouderij. Plant Research International B.V. Wageningen, Nota 333. 35 pp.
- A.G. McDonald, W.J. Bealey,, D. Fowlera, U. Dragositsa, U. Skibaa, R.I. Smitha, R.G. Donovan, H.E. Brett, C.N. Hewitt, E. Nemitz, 2007. Quantifying the effect of urban tree planting on concentrations and depositions of PM10 in two UK conurbations. Atmospheric Environment 41 (2007) 8455–8467
- Hack-Ten Broeke, M.J.D., Rietra, R.P.J.J., Römkens, P.F.A.M. en De Vries, F. 2008. Geschiede of vruchtbare landbouwgronden in Nederland en Europa. Alterra-rapport 1693, 64 pp.
- Hein, L. 2010. Economics and ecosystems.
- Hendriks, K., Geijzendorffer, I., Van Teeffelen, A., Hermans, T., Kwakernaak, C., Opdam, P. en Vellinga, P. 2010. Natuur voor iedereen: participeren, investeren en profiteren. Alterra, Wageningen UR, 33 pp.
- Lesschen, J.P., H. Heesmans, J. Mol, A.M. van Doorn, E. Verkaik, I. van den Wyngaert, P.J. Kuikman. 2011. Mogelijkheden voor koolstofvastlegging in de Nederlandse landbouw en natuur. Alterra-rapport, Alterra, Wageningen.
- Maring, L., Smit, A., Springer, M. en Wiersma, R. 2009. Toepassen Voorradenbenadering bij ecoysteemdiensten. SKB Rapport PP8346, 49 pp.
- Provincie Zeeland, 2007. Rapport over zilte teelt.
- Provincie Zeeland, 2011. Krachtig Zeeland. Verkenning hoofdlijnen Omgevingsplan 2012-2018. Vierde conceptversie – 15 juni 2011. 50 pp.
- Noordhoff (2010). De Bosatlas van Nederland Waterland. Noordhoff Atlasproducties, 104 pp.
- Roos-Klein Lankhorst, J., De Vries, S. Buijs, A.E., Van den Berg, A.E., Bloemmen, M.H.I. en Schuiling, C. 2005. BelevingsGIS Versie 2: Waardering van het Nederlandse landschap door de bevolking op kaart. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1138. 102 blz.
- Hogeschool Zeeland, 2010. Sociaal Economische Schets van Zeeland.
- Scoop, 2009. De Sociale Staat van Zeeland.
- Scoop, 2011. Leefbaarheid. Themarapport Sociale Staat van Zeeland. Samenstelling: Dick van der Wouw. 48 pp.
- STOWA, 2002. Help-tabellen Landbouw. Aanpassingen en operationalisering van de doelrealisatie landbouw. 30 pp.
- STOWA, 2010. Grondwaterregime op basis van karteerbare kenmerken. STOWA rapport 41. 83 pp.
- Stremke, S. 2010. Designing sustainable energy landscapes. Concepts, principles and procedures. PhD Thesis, Wageningen Universiteit.
- Ten Berge, H. en Postma, J. 2010 (Red). Duurzaam Bodembeheer In De Nederlandse Landbouw - Visie en bouwstenen voor een kennisagenda. Wageningen UR en Louis Bolk Instituut, in opdracht van het Ministerie van EL&I. 208 pp.

- Van Rijn, P. en Wäckers, F., 2007. Bloemrijke akkerranden voeden natuurlijke vijanden. Entomologische berichten 217. 67(6) 2007
<http://home.medewerker.uva.nl/p.c.j.vanrijn/bestanden/VanRijn&Wackers%20EB07.pdf>
- Veltman, A., Panait, I., Hoekstra, J., Koning, M., Stokkingreef, N., Hu, X., Hua, X. en Jancovicova, Z. 2011. RECHARGE Vision STRONG EUROPE - SCHOUWEN-DUIVELAND. Atelier of landscape architecture and planning. Wageningen Universiteit, 2010/2011.
- Verzandvoort, S., Heidema, N. en Lesschen, J.P. 2010. SOIL SEALING: TRENDS, PROJECTIONS, POLICY INSTRUMENTS AND LIKELY IMPACTS ON LAND SERVICES. In: IEEP and Alterra (2010) (Eds). Reflecting environmental land use needs into EU policy: preserving and enhancing the environmental benefits of "land services": soil sealing, biodiversity corridors, intensification / marginalisation of land use and permanent grassland. Final report to the European Commission, DG Environment on Contract ENV.B.1/ETU/2008/0030. Institute for European Environmental Policy / Alterra Wageningen UR
- Vries, de, B., Jong de, A., Rovers, R., Haccou, F., Spijker, J. , Van den Berg, C. Nijemeijer, C., Frank, D., Westerink, J. 2008. Energie à la carte. De positie van biomassa uit het landschap voor energiewinning. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1679, 89 blz.
- Noordhoff, 2010. Wateratlas.
 Waterlood rapport 2002
- Werkgroep HELP-tabel, 1987. De invloed van de waterhuishouding op de landbouwkundige productie. Mededelingen Landinrichtingsdienst 176. 44 pp excl. Bijlagen.
- Witteveen & Bos, 2006. Kentallen Waardering Natuur, Water, Bodem en Landschap. Hulpmiddel bij MKBA's. In opdracht van het Ministerie van LNV, 263 pp.