

Terpen van baggerspecie

Het ontwikkelen van een methodiek voor het vinden van geschikte locaties voor terpen van baggerspecie



Rutger Veenstra
Augustus 2007

TERPEN VAN BAGGERSPECIE

HET ONTWIKKELEN VAN EEN METHODIEK VOOR HET
VINDEN VAN GESCHIKTE LOCATIES VOOR TERPEN VAN
BAGGERSPECIE

UITGEVER

HOGESCHOOL VAN HALL LARENSTEIN

AGORA 1

8932 CJ LEEUWARDEN

OPDRACHTGEVERS

ARCADIS

POLARISAVENUE 15

2132 JH HOOFDDORP

VAN HALL LARENSTEIN TRAINING & CONSULTANCY

AGORA 1

8932 CJ LEEUWARDEN

AUTEURS

RUTGER VEENSTRA

Augustus 2007

Voorwoord

Dit rapport is tot stand gekomen in het kader van mijn afstudeeropdracht voor de studie Milieukunde aan het Van Hall Instituut te Leeuwarden en Groningen.

De afstudeeropdracht bestond uit het ontwikkelen en uitvoeren van een methodiek voor het vinden van geschikte locaties voor het plaatsen van terpen van baggerspecie. De methodiek is ontwikkeld met het oog op de provincie Friesland. Tevens is er gekeken of de methodiek voor andere provincies toepasbaar is.

Ik wil hierbij al de personen bedanken die een bijdrage hebben geleverd aan het onderzoek en het onderliggende rapport, in het bijzonder mijn begeleiders van het Van Hall Instituut, Erik Meijles en Peter Smit. Daarnaast wil ik tevens mijn opdrachtgever van Arcadis, Ludo Boeije en GIS coördinator Marien de Bakker bedanken.

Rutger Veenstra
830623001

Groningen,
Augustus 2007

Samenvatting

Bij het uitbaggeren van watergangen ontstaat een groot aantal baggerspecie. Dit verontreinigde baggerspecie wordt tegenwoordig voor het grootste gedeelte gestort. Het is echter mogelijk om de baggerspecie voor betere en duurzame doeleinden te gaan gebruiken. Zo is besloten om baggerspecie te gaan gebruiken voor terpen, dus zogenaamde terpen van baggerspecie. Aan deze terpen kunnen woningen worden geplaatst en verder kunnen er allerlei andere bestemmingen aan de terpen worden gegeven. Het is op dit moment niet duidelijk welke locaties geschikt zijn voor de terpen van baggerspecie.

Het is noodzakelijk om een methodiek te ontwikkelen voor het vinden van geschikte locaties om terpen van baggerspecie te kunnen plaatsen. Door verschillende criteria van scores (kwantificeren van de criteria) en gewichten te voorzien en door middel van een Multicriteria Analyse (MCA) operatie uit te voeren worden er geschiktheidskaarten verkregen die de geschikte locaties in de provincie Friesland kunnen aantonen.

Het onderliggende verslag beschrijft de stappen en keuze die gemaakt zijn om een methodiek te realiseren en zodoende geschiktheidskaarten te krijgen met de geschikte locaties. De methodiek die is ontwikkeld wordt uitvoerig beschreven in bijlage 1 van het rapport.

Allereerst is een literatuurstudie uitgevoerd om meer informatie te verkrijgen over de baggerspecieproblematiek en de MCA onderzoeksmethode. Veel aandacht is hierbij uitgegaan naar het uitvoeren van een MCA. De MCA bestaat uit de volgende onderdelen:

- Het indelen van criteria in de groepen constraints of parameters;
- Het toekennen en invoeren van scores aan de criteria;
- Het toekennen en invoeren van gewichten aan de criteria;
- Het bepalen van de gewichtenset voor het ontwikkelen van een scenario.

Een negental criteria zijn opgesteld die van belang zijn voor de locaties voor terpen. De negen criteria zijn op te delen in vijf constraints en vier factoren. Daarnaast is de factor Oriëntatie aanwezig die buiten het onderzoek is gelaten. De volgende criteria zijn meegenomen in het onderzoek:

• Dijkringgebieden	Constraint
• Water	Constraint
• Bebouwing	Constraint
• Vogelrichtlijnen	Constraint
• Habitatrichtlijnen	Constraint
• Afstand tot aan watergang	Factor
• Dijkhoogte (hoogte van dijk tot aan maaiveld)	Factor
• Afstand tot aan bebouwing	Factor
• Afstand infrastructuur	Factor

Voor de verschillende criteria zijn bijhorende datasets gezocht. Ieder dataset moet namelijk in het GIS programma Idrisi worden geïmplementeerd. De MCA wordt tevens in Idrisi uitgevoerd. De datasets zijn o.a. bij het Van Hall Instituut en de provincie Friesland verkregen.

Het kwantificeren van de constraints gebeurt op een andere manier dan het kwantificeren van de factoren. Constraints bestaan uit twee mogelijkheden, terwijl factoren uit meerdere mogelijkheden kan bestaan. Bij een factor is een relatie aanwezig tussen bijvoorbeeld de

afstand van watergangen tot aan terpen en de geschiktheid van een locatie. Als gebieden tot de dijkkringgebieden behoren, kunnen deze gebieden als geschikt worden gezien en krijgen ze de score 1. Terwijl de andere gebieden een score 0 krijgen en daardoor niet in de MCA worden meegenomen. Gebieden die tot habitat of vogelrichtlijnen behoren worden als niet geschikt gezien en moeten niet meegenomen worden. Deze gebieden krijgen dan weer een score 0.

Na het kwantificeren van de criteria moeten er gewichtensets worden opgesteld en krijgen de criteria gewichten. Alleen de factoren worden van gewichten voorzien. De constraints worden in dit onderdeel niet meegenomen. De gewichtensets zijn verkregen door middel van het toepassen van een paarsgewijze vergelijking.

Tabel: Paarsgewijze vergelijking

Criteria	Watergangen	Dijkhoogte	Bebouwing	Infrastructuur
Watergangen	x	1/2	1/5	4
Dijkhoogte	2	x	1/5	4
Bebouwing	5	5	x	6
Infrastructuur	1/4	1/4	1/6	x

Op deze manier zijn de gewichtensets opgezet. Er zijn drie gewichtensets opgezet en deze sets zijn scenario's genoemd. In het onderzoek zijn drie scenario's opgezet en meegenomen, namelijk:

- Het ecologische scenario
- Het economische scenario
- Het sociale scenario

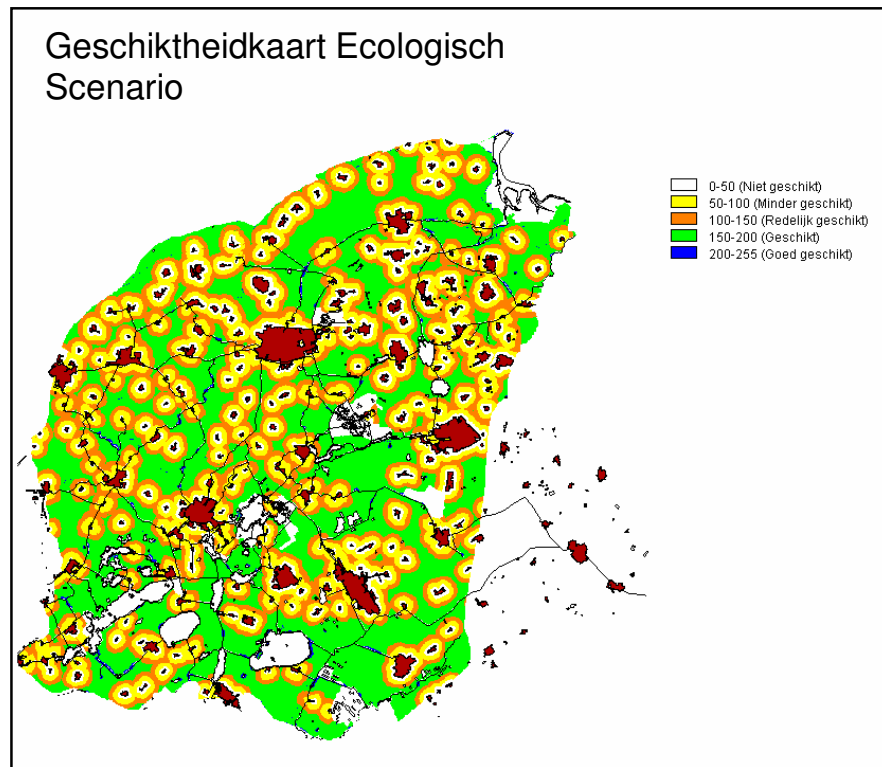
De verschillende datasets moeten eerst bewerkt worden voordat ze kunnen worden toegepast in een MCA operatie. De meeste criteria zijn op een vrij eenvoudige manier bewerkt, alleen het bestand is op een andere manier verkregen. Twee verschillende bestanden zijn samengevoegd en door middel van verschillende operaties is het bestand dijkhoogte verkregen. In tabel 2 zijn de verschillende belangrijke operaties opgenomen.

Tabel 2: Functies die voor de verschillende criteria zijn toegepast om de datasets in orde te maken.

Criterium		Functies (handelingen)					
		Importeren naar Idrisi	Vector - raster	Reclass	Overlay	Distance	Fuzzy
Constraints	Dijkkringhoogte	x	x	x			
	Bebouwing	x	x	x			
	Water	x	x	x	x		
	Habitatrichtlijnen	x	x	x			
	Vogelrichtlijnen	x	x	x			
Factoren	Afstand tot bebouwing	x	x	x		x	x
	Afstand tot watergang	x	x	x	x	x	x
	Dijkhoogte	x	x	x	x		x
	Afstand tot infrastructuur	x	x	x		x	x

Uiteindelijk zijn de datasets in Idrisi bewerkt en waren de bestand geschikt om toegepast te kunnen worden in de MCA. Al de verschillende constraints en factoren zijn in de MCA module van Idrisi ingevoerd. De scores en gewichten zijn tevens ingevoerd, Deze handelingen zijn driemaal uitgevoerd, namelijk voor de drie scenario's. Voor ieder scenario is een geschiktheidkaart verkregen. Figuur 1 geeft de geschiktheidkaart van het ecologische scenario weer.

Figuur 1; Geschiktheidskaart Ecologisch scenario



Het ecologische scenario bevat de meest goed geschikte en geschikte locaties. De gewichten zijn zo afgestemd dat veel grondgebied in de provincie Friesland aan de normen doen van het ecologische scenario. Het economische scenario bevat tevens een aantal locaties die geschikt en goed geschikt zijn. Een aantal van deze geschikte en goed geschikte locaties komt overeen met dat van het ecologische scenario.

Het sociale scenario daarentegen bevat bijna geen geschikte locaties en daarnaast helemaal geen goed geschikte locaties.

Een aantal locaties uit het ecologische en economische scenario zijn bezocht om te kijken of de geschiktheidskaarten overeen komen met de werkelijkheid. Op deze manier kan de betrouwbaarheid van de methodiek worden bevestigd. De locaties die zijn bezocht komen overeen met de verkregen resultaten. Op de locaties zijn watergangen, dijken (met geschikte hoogte) aanwezig.

Inhoudsopgave

1.	Inleiding	9
1.1	Aanleiding	9
1.2	Probleemstelling	9
1.3	Doelstelling en onderzoeksvragen	9
1.4	Motivatie	10
1.5	Leeswijzer	10
2.	Methoden en technieken.....	12
2.1	Voorstudie MCA en baggerspecie	12
2.2	Beschrijven criteria, scores en gewichten.....	12
2.3	Verzamelen en verwerken van datasets.....	13
2.4	Uitvoeren van de MCA	13
2.5	Analyseren scenario's en de geschiktheidkaart	14
2.6	Analyseren betrouwbaarheid van onderzoek	14
2.7	Conclusie en discussie.....	15
3.	Literatuurstudie en MCA	16
3.1	Belangrijke zaken binnen de baggerspecie problematiek	16
3.2	Werkwijze en uitvoering MCA	18
3.2.1	Keuze MCA	18
3.2.2	Criteria	18
3.2.3	Factoren en constraints	18
3.2.4	Uitvoering MCA	19
3.2.5	Bepalen van scores	19
3.2.6	Bepalen van gewichten	21
4.	Criteria	23
4.1	Dijkkringgebieden	24
4.2	Water	24
4.3	Bebouwing	25
4.4	Vogelrichtlijnen.....	26
4.5	Habitatrichtlijnen	26
4.6	Afstand tot aan watergang	27
4.7	Dijkhoogte.....	29
4.8	Afstand tot aan bebouwing.....	31
4.9	Afstand infrastructuur	33
4.10	Oriëntatie	35
5.	Gewichten	38
5.1	Ecologisch scenario	38
5.2	Economisch scenario	39
5.3	Sociaal scenario.....	39

6.	Verzamelen en bewerken van de data.....	41
6.1	Dataverzameling	41
6.2	Idrisi en resolutie (schaal)	41
6.3	Het omzetten van de datasets.....	42
6.4	Beschrijving van de datasets.....	42
6.4.1	Dijkkringgebieden	44
6.4.2	Water en watergang	45
6.4.3	Bebouwing/Afstand tot bebouwing	47
6.4.4	Habitatrichtlijnen.....	49
6.4.5	Vogelrichtlijnen.....	49
6.4.6	Dijken en hoogtekaart van Friesland	51
6.4.8	Infrastructuur	55
7.	MCA en de geschiktheidkaarten	57
7.2	Het uitvoeren van de MCA	57
7.2	De geschiktheidkaarten.....	60
7.2.1	Het ecologische scenario	60
7.2.2	Het economische scenario	61
7.2.2	Het economische scenario	62
7.2.3	Het sociale scenario	63
7.2.4	Conclusies	64
8.	Betrouwbaarheidsanalyse.....	66
8.1	Criteria	66
8.2	Kwantificeren van de criteria	66
8.3	Het toekennen van gewichten en gewichtensets.....	67
8.4	Het uitvoeren van de MCA	67
8.5	De geschiktheidkaarten.....	67
9.	Conclusie en discussie	71
9.1	Conclusie en discussie.....	71
9.1.1	Conclusie	71
9.1.2	Onderzoeksvragen.....	71
9.1.3	Discussie.....	72
9.2	Verbeteringen en aanbevelingen	73
	Literatuurlijst.....	74
	Woordenlijst	75
	Inhoudsopgave bijlagen.....	78
Bijlage 1.	Methodiek/stappenplan	79
Bijlage 2:	Stappenplan onderzoek	85
Bijlage 3:	Geschiktheidkaarten	86
Bijlage 4:	Window, contract en expand	89

1. Inleiding

In hoofdstuk 1 worden de achtergrond en het doel van het onderzoek beschreven. De onderzoeksvragen komen tevens aan de orde. Een korte beschrijving van het probleem, de probleemstelling en een leeswijzer voor het verslag worden weergegeven.

1.1 Aanleiding

Bij het uitbaggeren van waterwegen, meren en sloten komt veel slib vrij. Dit slib wordt ook wel baggerspecie genoemd. De baggerspecie is veelal verontreinigd met verschillende stoffen. Tegenwoordig wordt het grootste gedeelte van de baggerspecie gestort op stortlocaties. Een klein gedeelte van de baggerspecie wordt gereinigd. Het reinigen van baggerspecie is erg duur en wordt daarom niet vaak toegepast.

Het milieukundige ingenieursbureau Arcadis heeft in samenwerking met een aantal andere bedrijven een project opgestart om baggerspecie voor andere doeleinden te gaan gebruiken. Aan de hand van een ideeëncompetitie "WINN Terpen van baggerspecie" (www.waterinnovatiebron.nl), dat georganiseerd is door Rijkswaterstaat is het idee "Spaarkaat" ontstaan. De bedoeling achter dit idee is baggerspecie in een positiever daglicht te zetten.

De baggerspecie kan gebruikt worden voor het ontwikkelen van nieuwe leefmilieus en landschappen. In dit geval worden er terpen van baggerspecie gerealiseerd. De woningen worden van aarde gemaakt met als achtertuin een natuur-, recreatie-, biomassaterp. Deze terpen van baggerspecie kunnen niet zomaar overal geplaatst worden. Er moet gezocht worden naar gebieden die geschikt zijn. De gebieden tot geschikte locaties behoren zijn weilanden langs, rivieren, kanalen en meren met dijken. Aan de bestaande dijk kan dan een terp worden geplaatst (Arcadis, 2006).

Het is op dit moment niet duidelijk welke locaties geschikt zijn voor de terpen van baggerspecie. De oorzaak hiervan is dat er nog nooit een specifieke methodiek is ontwikkeld om geschikte locaties te lokaliseren. Tevens moet er worden bekeken welke criteria voor het lokaliseren van een geschikte locatie van belang (kunnen) zijn.

1.2 Probleemstelling

De probleemstelling van het onderzoek is:

Er zijn nog geen geschikte instrumenten of methodieken beschikbaar, waarmee bepaald kan worden welke locaties in aanmerking komen.

Aan de hand van verschillende scenario's worden geschiktheidskaarten gegeven die laten zien welke locaties als meest geschikt naar voren komen.

1.3 Doelstelling en onderzoeksvragen

Het doel van de deze afstudeeropdracht is het ontwikkelen van een methodiek voor het bepalen van geschikte locaties voor terpen van baggerspecie.

De volgende onderzoeksvragen zijn opgesteld:

- Welke criteria moeten er worden gehanteerd voor het selecteren van geschikte locaties?
- Het kwantificeren van de verschillende criteria?
- Op wat voor manier worden de criteria onderling afgewogen?
- Welke data zijn nodig om de geschiktheidkaart te maken?
- Op welke manier kan de data worden verkregen?
- Hoe betrouwbaar is de ontwikkelde methodiek?

De bovenstaande onderzoeksvragen worden in dit rapport beantwoord. Het eindresultaat van dit onderzoek is een methodiek die op dezelfde wijze kan worden uitgevoerd als in dit rapport staat beschreven. De methodiek is bijgevoegd in de bijlage. Het rapport bevat de keuzes en de afwegingen voor het ontwikkelen van de methodiek. Daarnaast wordt er tevens een geschiktheidkaart geleverd die als uitkomst dient van de beschreven methode.

1.4 Motivatie

De provincie Friesland is gekozen als pilote gebied voor het onderzoek. De methodiek die zal worden ontwikkeld kan na toepassing op Friesland gebruikt worden voor andere provincies in Nederland. De keuze voor de provincie Friesland is tweeledig.

Ten eerste is de opdracht uitgevoerd op het Van Hall Instituut in Leeuwarden en Groningen. Het Van Hall Instituut heeft veel datasets beschikbaar van Friesland, zoals datasets op gebied van wetgeving en geografie.

Een tweede reden voor de keuze voor Friesland heeft betrekking op water dat van wezenlijk invloed is op deze opdracht. Het grondgebied van de provincie kent veel water. Er zijn talloze kanalen en meren waaraan terpen geplaatst kunnen worden. Daarnaast kent Friesland tevens een aantal rivieren dat geschikt zijn voor het plaatsen van terpen.

1.5 Leeswijzer

De methodiek en de uitvoering van het onderzoek wordt besproken in hoofdstuk 2. Dit hoofdstuk bevat de verschillende studies die zijn uitgevoerd om het onderzoek te kunnen uitvoeren en daarnaast de onderzoekstechniek die is toegepast. Het gaat hier om de techniek MCA, wat staat voor: Multicriteria analyse.

De MCA wordt beschreven in hoofdstuk 3. De beschrijving van de MCA en het uitvoeren van deze techniek is de prioriteit van het hoofdstuk, maar tevens wordt informatie over baggerspecie gegeven omdat baggerspecie ook van grote relevantie is op dit onderzoek.

Hoofdstuk 4 en 5 gaat in op de criteria die worden afgewogen in de MCA. De verschillende criteria die voor dit onderzoek zijn meegenomen worden in hoofdstuk 4 uitgelegd. Waarom zijn deze criteria belangrijk voor het onderzoek en dergelijke hoofdpunten worden beantwoord in dit hoofdstuk. Daarna worden de scores toebedeeld aan de criteria. Het toekennen van scores is van groot belang voor het uitvoeren van de MCA. Hetzelfde geldt voor het bepalen van de gewichten en het maken van een gewichtenset. Het bepalen van de gewichten worden behandeld in hoofdstuk 5.

Het bewerken van de verschillende datasets wordt uitgelegd in hoofdstuk 6. Tevens bevat dit hoofdstuk informatie over het GIS-programma “Idrisi”.

Daarna wordt de MCA uitgevoerd. De beschrijving van de uitvoering wordt besproken in hoofdstuk 7. Hoofdstuk 8 behandelt de betrouwbaarheid van dit onderzoek. Doordat er op verschillende onderdelen van een onderzoek als hier is uitgevoerd, fouten kunnen ontstaan, moet er gekeken worden naar de betrouwbaarheid.

Ten slotte worden in de hoofdstukken 9 en 10 de conclusie en een discussie gegeven. Verder wordt de ontwikkelde methodiek in de bijlagen weergegeven.

De methodiek waar het onderzoek om draait staat beschreven in bijlage 1 van het rapport.

2. Methoden en technieken

Dit hoofdstuk behandelt de methoden en technieken, die zijn toegepast om antwoord te krijgen op de in hoofdstuk 1 gestelde onderzoeksvragen. De volgende onderdelen worden besproken; de literatuurstudie (§2.1), criteria, scores en gewichten (§2.2), dataverzameling en verwerking (§2.3) en MCA (§2.4). Daarna wordt er ingegaan op het analyseren van de verschillende scenario's (§2.5), de gevoeligheidsanalyse (§2.6) en ten slotte de conclusie en discussie (§2.7).

Aan de hand van het stappenplan dat in tabel 2.1 is weergegeven wordt het onderzoek uitgevoerd.

Tabel 2.1: Stappenplan uitvoering onderzoek

Stappen	Methodiek	Techniek
1	Voorstudie	Literatuurstudie
2	Beschrijven criteria, scores en gewichten	Literatuurstudie/interviews
3	Verzamelen en bewerken datasets	Research/contact met organisaties en andere bedrijven
4	Uitvoering onderzoek	Multicriteria analyse (MCA)
5	Analyse scenario's	Analyse aan de hand van geschiktheidskaarten
6	Betrouwbaarheidsanalyse van onderzoek	Vergelijken met andere onderzoeken/zelf onderzoeken in het veld
7	Conclusie en discussie	-

2.1 Voorstudie MCA en baggerspecie

Ten eerste wordt er door middel van een literatuurstudie gezocht naar relevante informatie over baggerspecie. Bronnen die zijn geraadpleegd zijn verschillende documenten over baggerspecie en het Internet. Zo wordt er duidelijkheid verkregen over het fenomeen baggerspecie, de verontreinigingsklassen, de wetgeving t.o.v. baggerspecie en het toepassen ervan.

Ten tweede is voor dit onderzoek de onderzoekstechniek Multicriteria Analyse (afgekort MCA) toegepast. Deze techniek is niet eenvoudig te hanteren en bestaat uit een aantal onderdelen waarvoor eerst de benodigde kennis moet zijn opgedaan voordat deze onderdelen kunnen worden uitgevoerd.

2.2 Beschrijven criteria, scores en gewichten

Nadat de voorstudie is uitgevoerd, komt de volgende stap van het onderzoek. De resultaten van het onderzoek worden door middel van een MCA onderzoek verkregen. Meer informatie over de MCA is te vinden in § 2.4. Met de MCA worden verschillende criteria met elkaar vergeleken en gewogen, zodat de criteria met de hoogste prioriteit (lees gewicht) als meest geschikt kan worden gezien. Het resultaat laat de meest geschikte locaties zien.

Voor het vinden van de meest gunstige locaties voor terpen van baggerspecie worden verschillende criteria opgesteld. Deze criteria worden gekwantificeerd door middel van het geven van een score. Daarna zijn er aan de criteria gewichten toegekend die aangeven hoe belangrijk het criterium is. Niet ieder criterium is even belangrijk en daar moet duidelijk

onderscheid in worden gemaakt. Het belangrijkste criterium heeft de meeste invloed op het uiteindelijke resultaat.

2.3 Verzamelen en verwerken van datasets

Nadat er duidelijkheid is verkregen in de verschillende criteria die in het onderzoek worden meegenomen, moeten de datasets worden verkregen. Doordat de MCA in een GIS programma wordt uitgevoerd, moet de data digitaal zijn. Veel geografische gegevens zijn in kaart gebracht zodat deze eenvoudig te gebruiken zijn in een GIS programma. Men moet in het achterhoofd houden dat niet alle gegevens in dataset te krijgen zijn. Het kan daarom zijn dat er voor een criterium geen dataset gevonden kan worden, waardoor er een ander criteria gevonden moet worden die van toepassing kan zijn op het onderzoek.

Verschillende instanties waar datasets kunnen worden verkregen voor het uitvoeren van dit onderzoek zijn:

- Het Van Hall Instituut;
- Rijkswaterstaat
- Provincie Friesland
- Waterschap Friesland

De bovenstaande organisaties zijn vooral benaderd voor het vinden van geschikte informatie voor het vinden van geschikte locaties voor de provincie Friesland. Iedere provincie of waterschap kan informatie leveren voor diens grondgebied.

Wanneer de datasets zijn verkregen, moeten de datasets worden bewerkt. De verkregen datasets zijn meestal niet meteen te gebruiken, wat wil zeggen dat het bestandsformaat van de data niet juist is. De bestanden moet worden omgezet naar het juiste werkbare formaat. Voor dit onderzoek wordt gebruik gemaakt van het programma "Ildrisi" en kan de aangeleverde datasets niet meteen toepassen. De datasets moeten in eerste instantie worden omgezet in een ander bestand. Daarna bestaat de mogelijkheid dat de data in "Ildrisi" op nieuw moeten worden getransformeerd. De bewerkingen van de datasets worden in hoofdstuk 6 behandeld.

2.4 Uitvoeren van de MCA

Voor het uitvoeren van dit onderzoek: "Het ontwikkelen van een methodiek voor het vinden van geschikte locaties voor terpen van baggerspecie", is gekozen voor de MCA. Met de MCA kan op een relatief eenvoudige manier verschillende criteria of alternatieven van elkaar worden afgewogen, zodat er een rationele keuze gemaakt kan worden. De zojuist genoemde keuze heeft betrekking op de locatie voor de terpen van baggerspecie.

De onderzoekstechniek MCA bestaat uit een aantal onderdelen, namelijk:

- Het indelen van criteria in de groepen constraints of parameters;
- Het toekennen en invoeren van scores aan de criteria;
- Het toekennen en invoeren van gewichten aan de criteria;
- Het bepalen van de gewichtenset voor het ontwikkelen van een scenario;

De bovenstaande punten zijn in § 2.2 besproken. Nadat deze punten zijn uitgevoerd, kan men van start gaan met de MCA.

In hoofdstuk 3 wordt de onderzoekstechniek MCA nader besproken. In dit hoofdstuk wordt ook uitgelegd hoe de MCA uitgevoerd dient te worden.

2.5 Analyseren scenario's en de geschiktheidkaart

Door het invoeren van verschillende gewichtensets kunnen er scenario's worden gecreëerd. Aan de hand van het maken van meerdere scenario's kan gekeken worden welke scenario het beste uit de bus komt rollen. Het bovenstaande wordt hieronder nader uitgelegd.

De criteria krijgen gewichten toebedeeld en door middel van deze gewichten wordt een gewichtenset gemaakt. Het toebedelen van de gewichten is grotendeels een subjectieve werkwijze. Door de gewichten en de gewichtenset worden de criteria onderling afgewogen. Het ene criterium wordt belangrijker geacht dan de andere, maar in praktijk hoeft het ene criterium niet belangrijker te zijn dan de andere. Hoe bepaalt men de relevantie van de criteria. Door verschillende gewichtensets te maken, worden er meerdere scenario's verkregen. Ieder scenario heeft een eigen geschiktheidkaart. Het scenario met het beste resultaat kan als meest geschikt worden gezien. Het is mogelijk dat ieder scenario een aantal geschikte locaties geeft.

Er worden drie scenario's opgezet, namelijk een ecologisch, economisch en sociaal scenario. Bij ieder scenario wordt een gewichtenset gemaakt waarbij de gewichten van de criteria naar het scenario zal worden aangepast.

2.6 Analyseren betrouwbaarheid van onderzoek

Een ander onderdeel van het onderzoek is het analyseren en beschrijven van de betrouwbaarheid van het onderzoek zelf. Doordat dit onderzoek voor de eerste keer uitgevoerd is voor het vinden van geschikte locaties voor baggerterpen is er geen vergelijkingsmateriaal. Er zijn natuurlijk wel soortgelijke onderzoek gedaan voor het vinden van locaties.

In de verschillende stappen die doorlopen worden om dit onderzoek te kunnen uitvoeren kunnen fouten ontstaan. De verschillende stappen die kritisch zijn, zijn:

- Het uitzoeken van criteria
- Het toekennen van scores
- Het toekennen van gewichten en het maken van de gewichtenset
- Het uitvoeren van de MCA

Tevens de keuze voor de provincie Friesland kan voor moeilijkheden zorgen. De provincie Friesland is bijvoorbeeld een waterrijke provincie, terwijl andere provincies dat niet zijn. Doordat een aantal criteria op water zijn vastgesteld kan dit een nadeel zijn voor het vinden van geschikte locaties in andere provincies.

Het is echter niet de bedoeling om teveel op de verschillende provincies in te gaan. Het model moet geschikt zijn voor de provincie Friesland. Andere provincies met watergelegenheid moeten geen grote problemen ondervinden met het toepassen van het model. De criteria die gebruikt zijn voor het onderzoek kunnen ook worden toegepast voor de andere provincies van Nederland.

In hoofdstuk 8 komt de betrouwbaarheidsanalyse aan de orde en zullen de fouten die kunnen ontstaan worden besproken.

2.7 Conclusie en discussie

De conclusies bevatten het resultaat of het scenario die de meest geschikte locaties aangeeft en daarnaast zal het hoofdstuk conclusies geven over de betrouwbaarheid van het onderzoek en de ontwikkelde methodiek die in de bijlage van het onderzoek wordt weergegeven.

Daarna wordt in de discussie aangegeven welke punten verbeterd moeten worden en welke punten aangevuld.

3. Literatuurstudie en MCA

Hoofdstuk 3 bevat het gedeelte literatuurstudie, dat is genoemd in hoofdstuk 2. De literatuurstudie voor het onderzoek gaat in op de onderdelen baggerspecie en MCA. De meeste aandacht zal uitgaan naar de MCA, omdat deze onderzoeksmethode behoorlijk complex is. Voordat de MCA uitgevoerd kan worden is het van groot belang om genoeg kennis te hebben vergaard.

§ 3.1 gaat in op de baggerspecie. Belangrijke punten als: Wat is baggerspecie, baggerspecie en verontreiniging en baggerspecie en wetgeving komen aan de orde. Daarna wordt in § 3.2 het fenomeen MCA besproken. Tevens is in dit hoofdstuk nog een paragraaf toegevoegd met informatie over zaken en onderdelen die van belang zijn voor het onderzoek.

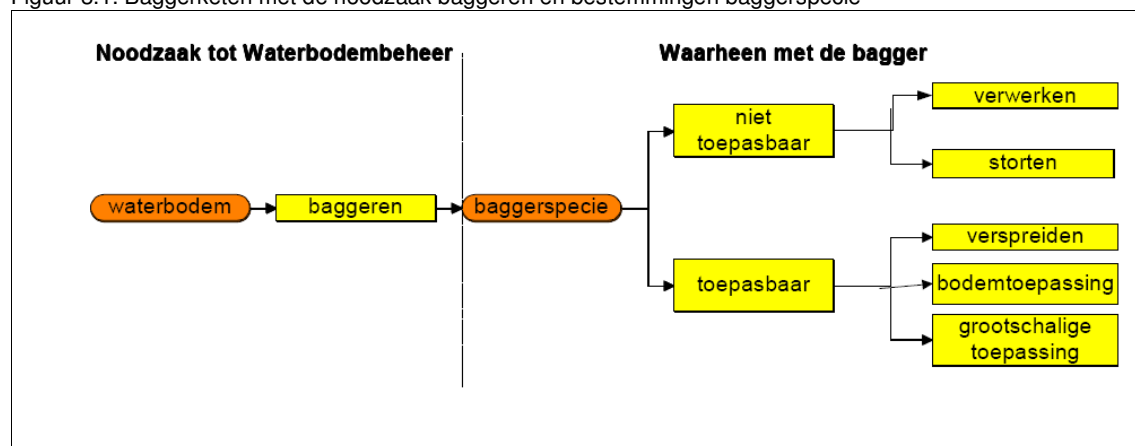
3.1 Belangrijke zaken binnen de baggerspecie problematiek

Voordat er dieper op de baggerspecieproblematiek wordt ingegaan, wordt eerst uitgelegd wat baggerspecie inhoudt. Baggerspecie kan omschreven worden als het materiaal dat wordt verkregen bij het uitdiepen of baggeren van watergangen. Het materiaal bestaat uit minerale delen met een korrelgrootte van maximaal 2 millimeter en organische stof in een verhouding en met een structuur zoals deze van nature wordt aangetroffen in de bodem.

Nu duidelijk is wat baggerspecie is wordt er ingegaan op de problematiek rond baggerspecie. Aan de problematiek wordt de wetgeving gekoppeld. Daarnaast worden de verontreinigingen die aanwezig kunnen zijn in baggerspecie besproken.

Het baggeren van watergangen en de aanpak hiervan behoort tot de waterbodembroblematiek en is te onderscheiden in twee onderdelen, namelijk “noodzaak tot waterbodembrober” en “waarheen met de bagger”. Deze baggerketen is in figuur 3.1 weergegeven

Figuur 3.1: Baggerketen met de noodzaak baggeren en bestemmingen baggerspecie



Het gedeelte “waarheen met de bagger” is van groot belang voor de waterbodembroblematiek. Baggerspecie is vaak zwaar verontreinigd en kan niet zomaar ergens gedumpt worden. In de figuur is duidelijk te zien dat er meerdere mogelijkheden zijn om een bestemming aan baggerspecie te geven.

Baggerspecie valt onder de wetgeving van de bodem en waterbodembodem, kortom de Wet verontreiniging oppervlaktewater (Wvo) en de Wet bodembescherming (Wbb). Deze regelgeving richt zich op de aanwezigheid van verontreinigingen in de waterbodembodem (in-situ) en het omgaan met verontreinigingen.

Voor in-situ baggerspecie is in principe geen wettelijk kader vastgesteld. Als er op een locatie ernstige verontreinigingen van baggerspecie wordt aangetroffen is men niet verplicht om de baggerspecie te saneren. Natuurlijk is het wel noodzakelijk om te saneren. Er hoeft pas gesaneerd te worden als de verontreiniging gevolgen heeft voor het milieu en voor mensen. Daarnaast mag er geen verspreiding plaats vinden van de verontreiniging. Voor het baggeren van watergangen is geen vergunning nodig. Bij het transporteren en de overslag zijn er in de Wvo bepalingen opgenomen die regels geven. Voor het beoordelen van de verontreiniging is de Wbb van belang. Hierin zijn een aantal regels vastgelegd.

In figuur 3.1 worden een aantal bestemmingen weergegeven. Deze bestemmingen zijn onder verdeeld in toepasbaar en niet toepasbaar. Als baggerspecie niet toepasbaar wordt geacht wordt het verwerkt in producten (asfalt voor de aanleg van infrastructuur) of gestort in de bodem.

Voor het storten is een Wm vergunning verplicht. Het gaat hier namelijk om een inrichting voor afvalstoffen (baggerspecie klasse 1-4 is een afvalstof). Daarnaast is vaak een Wvo-vergunning nodig in verband met de lozing van overtollig water op oppervlaktewater. Andere wetgeving die van belang kan zijn, zijn:

- Wet beheer rijkswaterstaatwerken
- Vogel- en habitatrichtlijn
- Flora en Faunawet
- Grondwaterwet
- Wet ruimtelijke ordening
- Ontgrondingenwet

Als baggerspecie toepasbaar is, kan het worden verspreid, gebruikt worden als bodemtoepassing en het kan grootschalig worden toegepast.

Wanneer baggerspecie wordt verspreid op het land en/of in het oppervlaktewater valt dit onder het her gebruiken van bagger. De volgende wetgeving is van toepassing op het verspreiden van baggerspecie:

- Wet milieubeheer (Wm)
- Wet verontreiniging Oppervlaktewater (Wvo)
- Wet verontreiniging zeewater

Voor de bewerking van baggerspecie in een inrichting is een Wm-vergunning en vaak ook een Wvo-vergunning (bij lozing op oppervlaktewater) vereist. De toepassing van producten uit baggerspecie is geregeld in het Bouwstoffenbesluit (http://www.rijkswaterstaat.nl/rws/projects/akwa/html/domeinen/index_domein.html)

3.2 Werkwijze en uitvoering MCA

Doormiddel van het toekennen van criteriumscores wordt aangegeven in hoeverre de objecten voldoen aan de gestelde criteria. Naast het geven van scores krijgen de criteria ook gewichten, waarmee het belang van de criteria voor de uiteindelijke beoordeling van de objecten wordt aangegeven. Verder bestaat de MCA tevens uit een eindwaardering. Dit houdt in dat de criteriumscores en de gewichtenscores worden gekoppeld.

In volgende subparagrafen worden de onderdelen besproken die van belang zijn bij het uitvoeren van een MCA. Als eerste zal de keuze voor de MCA worden uitgelegd.

3.2.1 Keuze MCA

Er is voor dit onderzoek gekozen voor het uitvoeren van een MCA. Verschillende criteria moeten voor het bepalen van geschikte locaties voor terpen van baggerspecie. Deze criteria moeten als het ware met elkaar worden vergeleken en met elkaar worden afgewogen, zodat de meest geschikte locaties naar voren komen.

De MCA kan worden gezien als het meeste geschikte instrument om verschillende objecten of voor dit onderzoek criteria met elkaar te vergelijken en af te wegen.

3.2.2 Criteria

Het maken van een keuze tussen alternatieven (tussen verschillende criteria) is erg lastig. Waarom maak je een keuze en wat zijn de gevolgen van de keuze. Deze vragen ontstaan bij het opzetten en uitvoeren van een MCA.

Een criterium is de basis voor het maken van een keuze. Zonder criteria kan men dan ook geen keuze maken. Het criterium kan worden geanalyseerd en geëvalueerd, zodat men uiteindelijk te weten komt hoe belangrijk een criterium is en wat de relevantie is ten aanzien van een criteriumset. Voor het uitvoeren van een MCA wordt vaak een hele trits aan criteria gebruikt. Ieder criterium is van belang voor het eindresultaat, maar onderling zijn er verschillen in relevantie te onderscheiden. Het toekennen van scores en waarden aan een criterium is een onderdeel van de MCA die de relevantie en de prioriteit van het criterium rangschikt aan die van de andere criteria. Er zal nu eerst aandacht besteed worden aan de term criterium voordat er nader op de scores en waarden zal worden ingegaan.

Een criterium kan worden ingedeeld in twee soorten: factoren (ook wel parameters genoemd) en constraints. Beide soorten zijn van invloed op het uitvoeren van de MCA en worden hieronder verder uitgelegd.

3.2.3 Factoren en constraints

Een factor is een criterium dat uit verschillende mogelijkheden (variabelen) bestaat. Er zal een voorbeeld worden gegeven om meer duidelijkheid te geven.

Het criterium watergang, dat in dit onderzoek wordt toegepast, bestaat bijvoorbeeld uit de volgende variabelen:

• Afstand watergang	0-50 meter	geschikt
• Afstand watergang	50-500 meter	redelijk geschikt
• Afstand watergang	500-1000 meter	minder geschikt
• Afstand watergang	1000-2000 meter	niet geschikt

Het voorbeeld dat hierboven is weergegeven dient ter illustratie, maar komt niet overeen met het criterium watergangen zoals die is toegepast in het onderzoek.

Factoren staan bekend als keuze mogelijkheden. Uit het voorbeeld is duidelijk geworden dat er bij een factor meer mogelijkheden voor handen zijn. Niet iedere mogelijkheid is gunstig, maar er zal een mogelijkheid zijn die als meest geschikt kan worden aangemerkt.

Een constraint bevat een beperkt aantal mogelijkheden. Onder beperkt wordt hier verstaan: twee mogelijkheden. Ook hier zullen we aan de hand van een voorbeeld laten zien wat men onder een constraint kan verstaan.

Tevens wordt voor dit onderzoek het criterium dijken gebruikt. Hiervoor geldt:

- Aanwezig
- Niet aanwezig

Er zijn maar twee mogelijkheden voor handen. De dijken zijn aanwezig of de dijken zijn afwezig. Meerdere keuzes zijn niet mogelijk.

3.2.4 Uitvoering MCA

De MCA kan worden uitgevoerd aan de hand van twee procedures. Hierbij moet vermeld worden dat er keuze gemaakt mag worden tussen de twee procedures. De eerste procedure is de "Boolean overlay" waarbij alle criteria worden terug gebracht naar een logische geschiktheid. Daarna worden de criteria gecombineerd met elkaar door eenvoudige operaties als intersectie (EN) en los van elkaar (OR).

De tweede procedure staat bekend als "Weighted Linear Combination" afgekort WLC. Deze procedure waarin factoren worden gestandaardiseerd naar een numerieke reeks en daarna worden gecombineerd door middel van het gewicht dat aan de factor is toegekend. Het resultaat van deze procedure is het verkrijgen van geschiktheidkaarten die worden gekenmerkt door een of meerdere "Boolean" constraints voor het accommoderen van kwalitatieve criteria en het verkrijgen van een uiteindelijke keuze.

Het maken van keuzes kan door middel van enkelvoudige en meervoudige opdrachten geschieden. De MCA houdt zich bezig met meerdere criteria om een probleem op te lossen en behoort daarmee tot de tweede groep.

3.2.5 Bepalen van scores

De scores die aan de verschillende criteria gegeven worden kunnen kwalitatief of kwantitatief van aard zijn. Voor een Gis bewerking zoals in dit onderzoek uitgevoerd zal worden is het van belang om voor de kwantitatieve scores te kiezen.

Hieronder zal een eenvoudig voorbeeld gegeven voor de invulling van scores voor een enkel criterium. Het criterium is van toepassing op dit onderzoek en zal later in dit verslag terug komen.

Criterium dijken:

- Aanwezig
- Niet aanwezig

Het bovenstaande criterium wordt gezien als een constraint. Er zijn maar twee mogelijkheden aanwezig. Score 1 geeft aan dat de dijk aanwezig is en in dit opzicht als geschikt kan worden gezien. Score 0 geeft aan dat er geen dijk aanwezig en dus kort gezegd niet geschikt wordt geacht. Factoren hebben meerdere mogelijkheden.

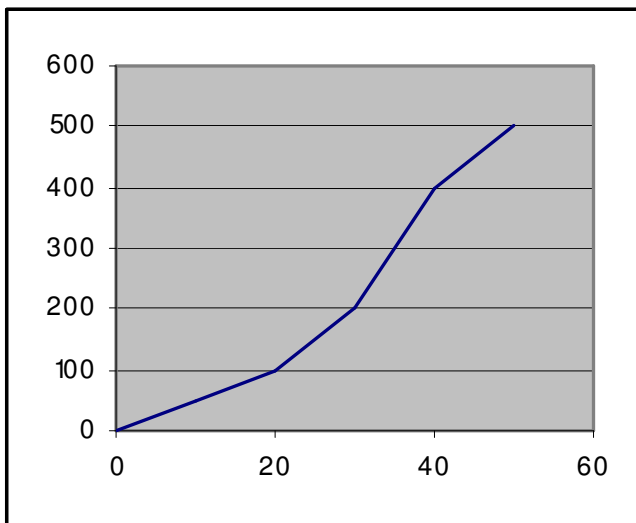
Factoren worden gecombineerd met elkaar doormiddel van het toekennen van een score en waarde, zodat dit resulteert in een geschiktheidkaart. Met de volgende formule kan de geschiktheid worden berekend:

$$S = \sum w_i x_i$$

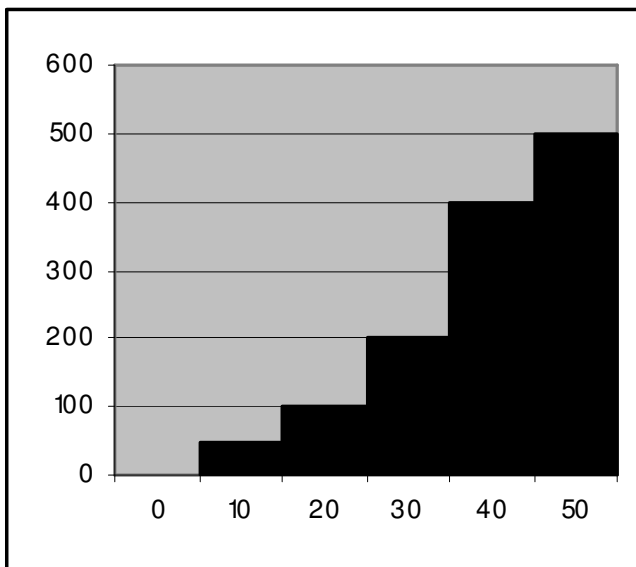
S: geschiktheid
w_i: gewicht van factor i
x_i: score van factor i

Factoren kunnen continue of discreet zijn. Aan de hand van de figuren 3.2 en 3.3 worden de termen continue en discreet uitgelegd.

Figuur 3.2: Continue verloop



Figuur 3.2: Concreet verloop



3.2.6 Bepalen van gewichten

Bij het uitvoeren van een MCA wordt vaak gebruik gemaakt van een gewichtenset. De gewichten worden bepaald met behulp van onderlinge verhoudingen naar belangrijkheid van de criteria. Het toekennen van gewichten kan via verschillende methoden worden uitgevoerd (Van Huylenbroeck, 1989).

Voor het toekennen van de gewichtenset zal de paarsgewijze vergelijking gebruikt worden. De keuze hiervoor is gemaakt omdat de methode eenvoudig uit te voeren is. De paarsgewijze vergelijking zal verder worden uitgelegd.

De volgende vijf factoren worden toegepast in het onderzoek:

- Watergangen
- Dijkhoogte
- Bebouwing
- Infrastructuur
- Oriëntatie

In tabel 3.1 zijn de gewichten weergegeven.

Tabel 3.1: Voorbeeld van het geven van gewichten aan criteria

Criteria	Watergangen	Dijkhoogte	Bebouwing	Infrastructuur	Oriëntatie
Watergangen	x	1/2	2	3	4
Dijkhoogte	2	x	2	3	4
Bebouwing	1/2	1/2	x	1	2
Infrastructuur	1/3	1/3	1	x	2
Oriëntatie	1/4	1/4	1/2	1/2	x

De ene helft van de tabel moet samen met de andere kant van de tabel op precies "1" uitkomen (Dijkhoogte $2 \times 1/2 = 1$). Daarnaast staan de "x" voor het getal "1", want als je dezelfde factoren van elkaar deelt moet je "1" krijgen.

Als alle waarden van de eerste kolom bij elkaar wordt opgeteld krijgt men de waarde van:

$$4.08 \quad (1.00 + 2.00 + 0.50 + 0.33 + 0.25)$$

Daarna moet iedere waarde uit de eerste kolom door 4.08 worden gedeeld. Men krijgt dan de volgende waarden:

- Watergangen 0.2813
- Dijkhoogte 0.3734
- Bebouwing 0.1467
- Infrastructuur 0.1252
- Oriëntatie 0.0734

De waarden die hierboven zijn gepresenteerd worden ook wel de eigenvector genoemd. De waarden zijn berekend met de module Weight in het GIS programma Idrisi. Deze module is in staat om de eigenvector snel uit te rekenen.

Daarnaast wordt ook de consistency ratio of te wel de betrouwbaarheid gegeven. Deze is voor het voorbeeld 0.02 en kan gezien worden als acceptabel. Als de consistency ratio boven de 0.10 komt is de eigenvector niet meer acceptabel en moet de gewichtenset worden herzien.

Als men de resultaten bekijkt is te concluderen dat de factor dijkhoogte de hoogste prioriteit krijgt en van grootst belang is voor het vinden van geschikte locaties voor het plaatsen van baggerterpen. De waarde van de factor dijkhoogte is 0.37, terwijl de andere factoren daar ruim onder zitten.

Het GIS programma "Idrisi" bevat een optie die deze berekeningen zelf uitvoert en zo bepaalt welk criterium de meeste prioriteit krijgt.

4. Criteria

Hoofdstuk 4 bevat de verschillende criteria die voor het onderzoek zijn meegenomen. De criteria staan hieronder weergegeven en worden daarna besproken:

Criteria	Soort criterium
• Dijkringgebieden	Constraint
• Water	Constraint
• Bebouwing	Constraint
• Vogelrichtlijnen	Constraint
• Habitatrichtlijnen	Constraint
• Afstand tot aan watergang	Factor
• Dijkhoogte (hoogte van dijk tot aan maaiveld)	Factor
• Afstand tot aan bebouwing	Factor
• Afstand infrastructuur	Factor
• Oriëntatie (Oriëntatie van de terp aan dijk)	Factor

In paragraaf 4.1 t/m 4.11 worden verschillende criteria besproken. Hierbij wordt ingegaan op de keuze van het criterium, de onderbouwing van deze keuze en uitleg over de inhoud van het criterium, het soort criterium en het kwantificeren van het criterium.

De criteria die hierboven zijn weergegeven zijn gekozen omdat deze criteria van grote invloed zijn op de locatieonderzoek voor terpen van baggerspecie. Een aantal criteria zijn meegenomen uit de opdrachtbeschrijving van het adviesbureau Arcadis. Het gaat hier om de criteria bebouwing, dijkhoogte en oriëntatie.

Verder zijn er criteria opgesteld die locatiespecifiek zijn zoals de criteria ten aanzien van de richtlijnen en wetgeving. Locaties die behoren tot speciale richtlijnen worden meteen als niet geschikt gezien. De richtlijnen en wetgeving laat in dit soort gebieden geen terpen van baggerspecie toe en als dit wel mogelijk is dan duren de procedures voor het verkrijgen van verschillende vergunningen veel te lang.

Andere criteria als dijkringgebieden, water, afstand tot aan watergang zijn meegenomen omdat de locaties van terpen in laag gelegen, waterrijke gebieden moeten worden geplaatst, dichtbij watergangen met dijken. Het criterium afstand tot infrastructuur is in het onderzoek opgenomen doordat dit criterium invloed heeft op de bereikbaarheid van de terpen.

4.1 Dijkkringgebieden

Omschrijving

Gebieden die omringd zijn door dijken en waarin dijken gelegen zijn worden als geschikt gezien om terpen te plaatsen. Deze gebieden worden in dit onderzoek dijkkringgebieden genoemd. Gebieden zijn als dijkkringgebied aangewezen in de Wet op de Waterkering.

Onderbouwing

Dijkkringgebieden zijn waterrijke gebieden en kunnen geschikte locaties bieden voor toekomstige terpen. Het grootste gedeelte van Friesland behoort tot het dijkkringgebied. Het zuidoosten van Friesland is hoger gelegen en behoort tot de zandgebieden. Dit gedeelte van Friesland valt buiten het dijkkringgebied.

Factor/constraint

Dit criterium valt onder de constraints, omdat het criterium twee mogelijkheden geeft. De twee mogelijkheden worden hieronder weergegeven.

Kwantificeren van criterium

Gebieden die niet als dijkkringgebied zijn aangegeven, worden niet als geschikt aangemerkt. Deze gebieden liggen een stuk hoger dan dijkkringgebieden en bevatten geen watergangen met dijken.

Tabel 4.1: Kwantificeren van dijkkringgebieden

Dijkkringgebieden	Geschikt	Score
niet aanwezig	niet	0
aanwezig	wel	1

4.2 Water

Omschrijving

Terpen moeten aan watergangen worden geplaatst, maar niet in het water zelf

Onderbouwing

Het criterium "Water" wordt in het onderzoek meegenomen om te voorkomen dat terpen in het water worden geplaatst.

Factor/constraint

Het criterium "water" behoort tot de constraints, omdat het criterium maar twee mogelijkheden heeft. Deze mogelijkheden zijn hieronder weergegeven.

Kwantificeren van criterium

Gebieden die behoren tot wateren, zoals meren en andere plassen zijn niet geschikt voor het plaatsen van een terp. Gebieden als wateren krijgen een score nul en de overige gebieden die tot droge gebieden horen krijgen een score één.

Tabel 4.2: Kwantificeren van water

Wateren	Geschikt	Score
niet aanwezig	wel	1
aanwezig	niet	0

4.3 Bebouwing

Omschrijving

Bebouwing geeft in het onderzoek de bebouwde kern van gehuchten, dorpen en steden aan. Terpen moeten niet binnen de bebouwde kom worden geplaatst. Dit wordt dan ook als bebouwingsgrens gekenmerkt. Woningen en boerderijen losstaand in het landschap worden niet meegerekend in het onderzoek, ook al zijn het wel degelijk bebouwingen.

Onderbouwing

Dorpen en steden worden niet geschikt geacht voor de aanleg van terpen van baggerspecie. Deze gebieden voldoen niet aan de eisen voor een geschikte locatie.

Factor/constraint

Het criterium “bebouwing” is een constraint. Er zijn twee opties mogelijk: Er is bebouwing aanwezig in de vorm van een dorp of een stad en daardoor niet geschikt voor een locatie voor terpen of er is geen bebouwing aanwezig en daardoor is het gebied wel geschikt.

Kwantificeren van criterium

Tabel 4.3: Kwantificeren van bebouwing

Bebouwing	Geschikt	Score
niet aanwezig	wel	255
aanwezig	niet	0

4.4 Vogelrichtlijnen

Omschrijving

De Vogelrichtlijnen zijn Europese richtlijnen en zijn in de nationale wetgeving geïmplementeerd. De richtlijn dient voor de instandhouding van belangrijke gebieden die aangewezen zijn tot deze richtlijn en beschermt de vogels die in deze gebieden leven.

Onderbouwing

Als men een terp in zo'n gebied wil aanleggen zal dit leiden tot een lange procedure voor het regelen van verschillende vergunningen en uiteindelijk is de kans groot dat er helemaal geen terp in een zo'n gebied mag worden aangelegd.

Factor/constraint

De vogelrichtlijnen behoren tot de constraints, omdat gebieden die onder de richtlijnen vallen niet geschikt zijn voor het plaatsen van terpen en gebieden die hier niet onder vallen juist wel geschikt zijn.

Kwantificeren van criterium

Voor de Vogelrichtlijnen geldt dat als een gebied onder deze richtlijn valt, niet geschikt is voor het aanleggen van een terp met baggerspecie.

Tabel 4.4: Kwantificeren van Vogelrichtlijnen

Vogelrichtlijn	Geschikt	Score
niet aanwezig	wel	255
aanwezig	niet	0

4.5 Habitatrichtlijnen

Omschrijving

De Habitatrichtlijnen behoren tevens tot de Europese richtlijnen en kent zo ongeveer dezelfde functies als de Vogelrichtlijnen.

Onderbouwing

Gebieden die onder de Vogel en/of Habitatrichtlijnen zijn aan te merken komen niet in aanmerking voor het aanleggen van een terp met baggerspecie.

Factor/constraint

De habitatrichtlijnen behoren tot de constraints.

Kwantificeren van criterium

De Habitatrichtlijnen heeft hetzelfde effect als de Vogelrichtlijnen. Gebieden die toebehoren tot habitatgebieden zijn niet geschikt voor de aanleg van terpen met baggerspecie.

Tabel 4.5: Kwantificeren van Habitatrichtlijnen

Habitatrichtlijn	Geschikt	Score
niet aanwezig	wel	255
aanwezig	niet	0

4.6 Afstand tot aan watergang

Omschrijving

Naast het criterium “water” is tevens het criterium “afstand tot aan watergang” van belang voor het onderzoek. Ten eerste moet water aanwezig zijn en ten tweede speelt de afstand van de terp tot aan de watergang een rol voor het vinden van een geschikte locatie.

Het criterium “water” zorgt ervoor dat de terpen niet in het water wordt geplaatst, terwijl het criterium “afstand tot aan watergang” ervoor zorgt dat de terpen wel zo dicht mogelijk aan het water kan worden gezet.

Onderbouwing

De reden om de terp aan een watergang te plaatsen komt doordat baggerspecie eenvoudig over water getransporteerd kan worden. Watergangen die in aanmerking komen zijn vooral de kleine en grote rivieren en kanalen, maar ook dijken die aan meren gelegen zijn, worden als geschikt gekenmerkt. Daarnaast vindt men aan de meeste rivieren dijken.

De afstand van terp tot aan de watergang kan verschillend zijn, doordat het vaak niet mogelijk is om een terp rechtstreeks aan het water te plaatsen. Dijken liggen tussen de watergang en de terp in en vaak staat een dijk niet precies aan het water. Een andere reden kan zijn dat er op een “geschikte” locatie al iets, bijvoorbeeld een weg is gerealiseerd.

Factor/constraint

Dit criterium is een factor, omdat het criterium meerdere mogelijkheden bevat. De afstand van de terp tot aan de watergang verschilt per locatie. De afstand van de terp tot aan de watergang moet zo klein mogelijk zijn. Een kleinere afstand geeft een beter resultaat. Het gaat hier om een factor met een continu verloop.

Kwantificeren van criterium

Het criterium is onder te verdelen in twee domeinen, namelijk een afstand van 0-1000 meter en een afstand groter dan 1000 meter. Als een locatie meer dan 1000 meter van een watergang af ligt wordt deze niet meer als geschikt beschouwd. Hoe dichterbij een locatie aan een watergang is gelegen hoe geschikter de locatie wordt aangemerkt.

De domeinen zijn:

- Domein 1 0-1000 meter [255-0]
- Domein 2 ≥ 1000 meter [0]

Per domein wordt een formule opgesteld die de geschiktheid ten opzichte van de afstand presenteert.

Domein 1

De formule is een lineair verband. Met de toename van de afstand neemt de geschiktheid af.

$$(1) \quad y = ax + b \quad \begin{array}{l} y = \text{geschiktheid} \\ x = \text{afstand tot aan watergang (in meters)} \end{array}$$

$$(2) \quad y = -0.255x + 255 \quad (\text{voor } 0 < x \leq 1000 \text{ meter})$$

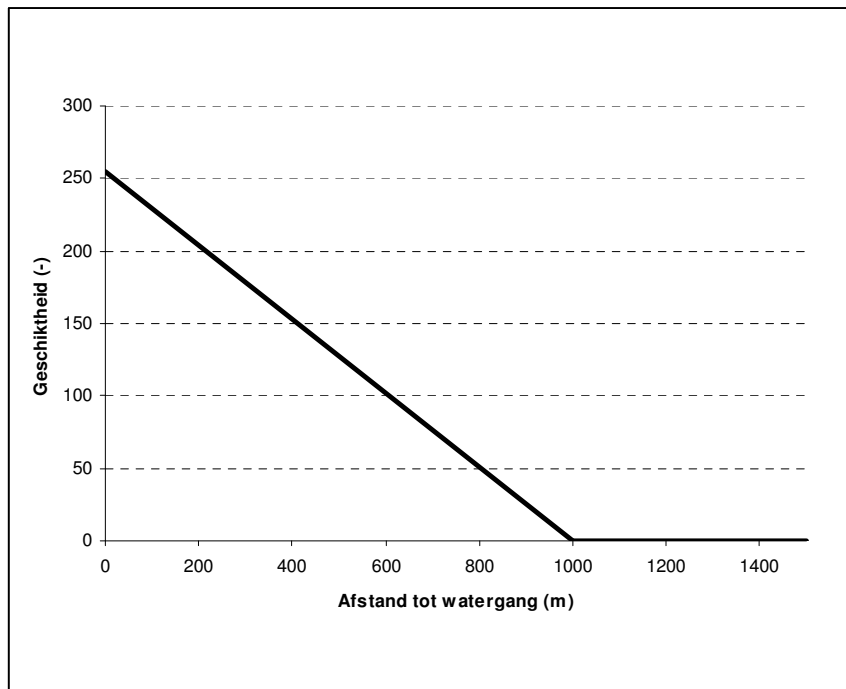
Domein 2

Voor domein 2 geldt dat de geschiktheid voor een afstand groter dan 1000 meter niet geschikt is, daarmee krijgt men de volgende formule.

$$(1) \quad y = 0 \quad (\text{voor } x \geq 1000 \text{ meter})$$

Het resultaat van beide formules staat weergegeven in figuur 4.1.

Figuur 4.1: Het verband tussen de afstand van de watergang tot aan de terp en de geschiktheid.



4.7 Dijkhoogte

Omschrijving

Terpen moeten aan dijken worden gelegd. De hoogte van de verschillende dijken die te vinden zijn in de provincie Friesland hebben betrekking op de geschiktheid van de locatie. Dijken mogen niet te laag zijn, anders kan de terp er niet aangeplaatst worden.

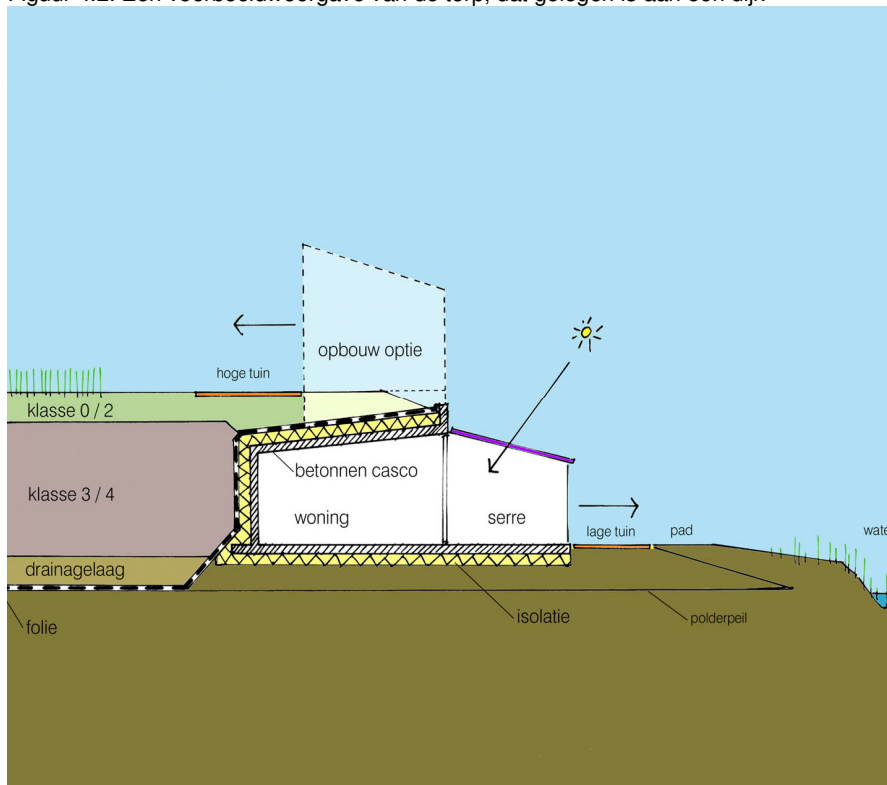
Onderbouwing

Het voordeel van het plaatsen van terpen aan dijken is dat dijken hoger zijn dan het omliggende landschap en tevens een onderdeel kunnen zijn voor de fundering van een baggerdepot. Met fundering wordt hier bedoeld, een constructie waar het baggerdepot of de terp tegenaan kan worden geplaatst.

Belangrijk bij het maken van een keuze van dijken is de dijkhoogte. De hoogten van dijken kunnen variëren van ongeveer 1.0 meter t/m meer dan 5.0 meter boven maaiveld. Uitgaande van een minimale woonhoogte van ongeveer 2,5 tot 3.0 meter zijn dijken van deze hoogte en meer geschikt. Figuur 4.2 geeft weer waarom deze hoogte als een ideale hoogte kan worden gezien.

De terp kan gezien worden als een soort baggerdepot. Er worden verschillende lagen met baggerspecie in aangebracht. Dit baggerdepot kan rechtstreeks aan een dijk worden gezet, maar het is daarbij van belang dat de dijk een goede hoogte heeft.

Figuur 4.2: Een voorbeeldweergave van de terp, dat gelegen is aan een dijk



De terp mag daarnaast niet buitendijks worden geplaatst, omdat dit sterk aan banden gelegd is. Er mag wel buitendijks worden gebouwd, maar hiervoor zijn strikte voorwaarden opgelegd (http://www.ruimtevoorderivier.nl/index.asp?p_id=306&nws_id=348)

Buitendijks is een term die aangeeft dat bijvoorbeeld landbouwgronden aan de rivierzijde van een dijk zijn gelegen. Dit zijn vaak moeilijk begaanbare gronden. Het buitendijkse gebied van een rivier of andere watergang wordt ook wel uiterwaarden genoemd (<http://nl.wikipedia.org/wiki/Buitendijks>).

Factor/constraint

Het criterium worden ingedeeld bij de factoren, omdat de geschiktheid afhankelijk is van de afstand. De factor heeft een continu verloop.

Kwantificeren van criterium

Het criterium dijkhoogte geeft de verschillende dijkhoogten weer. De meest geschikte dijkhoogte is vastgesteld tussen de 2,5 en 3,5 meter. De reden hiervoor heeft te maken met het plaatsen van een woning aan de terp. Een verdieping heeft ongeveer een hoogte van 2.5 meter, met een uitloop van 3.0 meter. Dijken die lager zijn worden als minder geschikt geacht, omdat de terp dan opgehoogd moet worden. Dijken die hoger zijn worden ook niet geschikt geacht.

Er zijn vier domeinen te onderscheiden namelijk:

- Domein 1 Dijkhoogte >0 t/m 2,5 meter
- Domein 2 Dijkhoogte 2,5 t/m 3.5 meter
- Domein 3 Dijkhoogte 3.5 t/m 6.0 meter
- Domein 4 Dijkhoogte >6.0 meter

Per domein wordt een formule opgesteld die de geschiktheid ten opzichte van de afstand presenteert.

Domein 1

De dijkhoogte van 0 t/m 2,5 meter ten aanzien van de geschiktheid verloopt lineair. De dijkhoogte wordt op een hoogte van 2,5 meter als meest geschikt bevonden.

$$(1) \quad y = ax + b \qquad \begin{array}{l} y = \text{geschiktheid (G)} \\ x = \text{dijkhoogte (in meters)} \end{array}$$

$$(2) \quad y = 102 x \qquad (\text{voor } 0 < x < 2,5 \text{ meter})$$

Domein 2

De geschiktheid blijft gelijk bij een dijkhoogte van 2,5 tot 3,5 meter, wat de volgende formule levert.

$$(1) \quad y = 255 \qquad (\text{voor } 2,5 < x < 3,5 \text{ meter})$$

Domein 3

Domein 3 wordt weer gekenmerkt door een lineair verband. Wanneer de dijkhoogte hoger is dan 3,5 meter daalt de geschiktheid. Bij een dijkhoogte vanaf 6,0 meter is de geschiktheid 0

$$(1) \quad y = ax + b$$

$$(2) \quad y = -102x + 612 \quad (\text{voor } 3,5 < x < 6,0 \text{ meter})$$

Domein 4

$$(1) \quad y = 0 \quad (\text{voor } x > 6,0 \text{ meter})$$

Figuur 4.3: Het verband tussen de dijkhoogte en de geschiktheid.



4.8 Afstand tot aan bebouwing

Omschrijving

Het criterium afstand tot aan bebouwing geeft de afstand weer van de terp tot aan bebouwing. Onder bebouwing worden in dit onderzoek dorpen en steden bedoeld.

Onderbouwing

De terp moet niet binnen de invloedssferen van dorpen of steden worden aangelegd. Het is niet eenvoudig om te bepalen hoe ver een invloedssfeer zich uitstrekt. Daarnaast verschilt dat voor dorpen en steden, maar zelfs tussen dorpen en steden. Dorpen en steden worden voor dit onderzoek samengenomen, omdat Friesland niet veel grote plaatsen kent (met uitzondering van Leeuwarden, Drachten, Heerenveen en Sneek). Voor andere provincies zou er wel onderscheid kunnen worden gemaakt.

Factor/constraint

Het criterium “Afstand tot aan bebouwing” wordt gerekend tot de factoren. Het verloop van de factor kan worden aangemerkt als continu.

Kwantificeren van criterium

De afstand vanaf 1500 meter kan als geschikt worden gezien. Dit is een subjectieve keuze, omdat hiervoor geen onderzoek is uitgevoerd. Als een dorp of stad dichterbij zijn gelegen wordt de locatie minder geschikt. In figuur 4.4 is weergegeven hoe de tendens verloopt. De keuze voor de bovenstaande afstanden zijn subjectief.

Het verloop van de afstand van de bebouwing gerelateerd aan de geschiktheid kent twee stappen oftewel twee domeinen. Domein 1 loopt van 0 meter 1500 meter en domein 2 begint vanaf een afstand van 1500 meter.

Domein 1

Domein 1 kent een lineair verband. Bij een toename van de afstand neemt tevens de geschiktheid toe.

$$(1) \quad y = ax + b \quad \begin{array}{l} y = \text{geschiktheid} \\ x = \text{afstand terp tot aan bebouwing (in meters)} \end{array}$$

$$(2) \quad y = 0,17x \quad (\text{voor } 0 < x < 1500 \text{ meter})$$

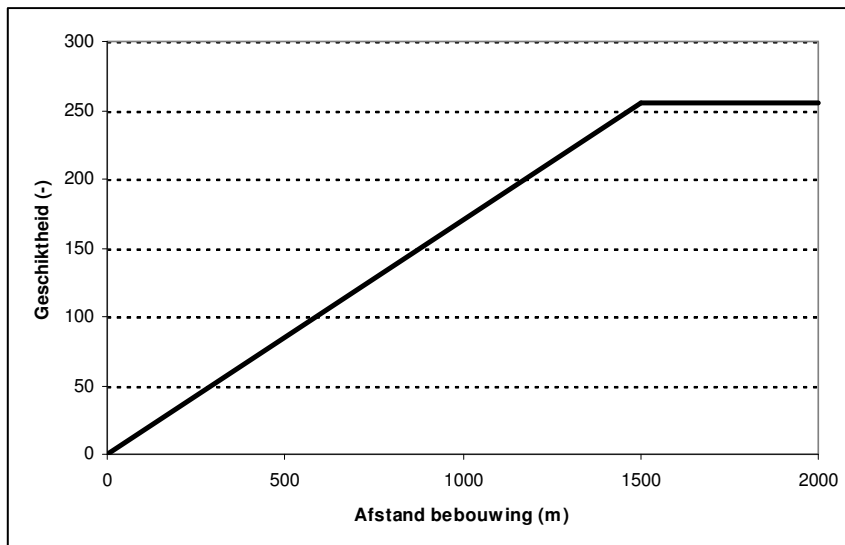
Domein 2

Bij een toename van de afstand blijft de geschiktheid gelijk, zodat men de volgende formule krijgt:

$$(1) \quad y = 255$$

In figuur 4.4 zijn de gegevens weergegeven. Figuur 4.4 laat tevens het verloop zien van de functies van beide domeinen.

Figuur 4.4: Het verband tussen de afstand bebouwing en de geschiktheid



Op te merken is dat bij de toename van de afstand na 1500 meter de geschiktheid optimaal blijft. De geschiktheid blijft 255 bij 2.0 kilometer of bij 50 kilometer. Natuurlijk kan men zich

afvragen of dit acceptabel is. Mensen willen niet op een terp gaan wonen waarbij de afstand tot een dorp of stad meer dan 50 kilometer bedraagt.

4.9 Afstand infrastructuur

Omschrijving

Het draait bij dit criterium om de afstand van infrastructuur tot aan de terp. Infrastructuur zijn allerlei verschillende wegen, van provinciale wegen tot internationale hoofdwegen.

Onderbouwing

In de buurt van de terp moet infrastructuur aanwezig zijn, zodat de terp goed bereikbaar voor het transport van baggerspecie als dit niet per schip gebeurt. De terp moet aangelegd worden wat voor veel drukte zorgt. En uiteindelijk moeten bewoners, maar ook bezoekers de terp goed kunnen bereiken.

Ten eerste wordt er onderscheid gemaakt tussen het soort wegen. Men kan onderscheid maken in verharde en onverharde wegen. In dit onderzoek wordt gekozen voor verharde wegen, omdat verharde wegen makkelijke begaanbaar zijn dan onverharde wegen. Onverharde wegen worden daarnaast niet erkend als officieel onderdeel van het infrastructuur.

Wegen zijn onder te verdelen in verschillende wegennetten. Zo bevat Nederland, regionale, provinciale en nationale wegen. Verder zijn er ook hoofdwegen die worden gerekend tot internationale wegen, de snelwegen. De snelwegen zijn niet van belang voor de locatie van terpen, omdat deze wegen de bereikbaarheid van de terpen niet bevorderen.

Factor/constraint

Het criterium infrastructuur behoort tot de factoren. Verder heeft de factor een continu verloop.

Kwantificeren van criterium

Het domein voor de geschiktheid van een locatie is dat er binnen een straal van 1200 meter infrastructuur aanwezig moet zijn. De afstand is vrij groot gehouden. Een locatie wordt niet meer geschikt geacht als binnen een afstand van 1200 meter geen verharde weg aanwezig is.

Nederland bevat veel infrastructuur, waardoor op de meeste locaties wel verharde wegen te vinden zijn.

Voor de locatiegeschiktheid zijn twee domeinen te onderscheiden, namelijk:

- Domein 1 Afstand infrastructuur 0-1200 meter
- Domein 2 Afstand infrastructuur groter dan 1200 meter

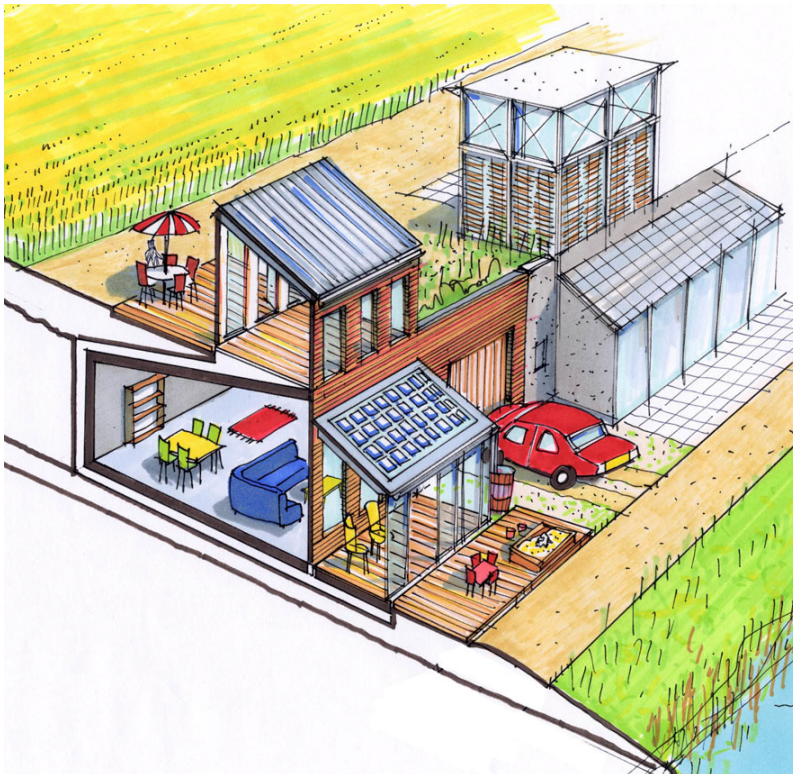
Het domein 0-1200 meter heeft een lineair verband. Als de afstand groter wordt, wordt de geschiktheid juist minder. Hieronder wordt per domein de bijhorende formule gegeven.

4.10 Oriëntatie

Omschrijving

De oriëntatie geeft aan de ligging van de terp aan de dijk. Een groot aantal van de terpen krijgen als bestemming wonen en dit criterium heeft invloed op de functie wonen.

Figuur 4.6: Voorbeeld van woning aan terp



Onderbouwing

Het criterium oriëntatie is in dit onderzoek opgenomen doordat deze door de opdrachtgevende instantie was opgesteld. Doordat de terp een duurzame waarde mee moet krijgen is er voor gekozen om de woningen van een zonnepaneel te voorzien. Het is de bedoeling dat dit zonnepaneel zoveel mogelijk zonne-energie produceert, zodat de terp naar het zuiden moet worden geplaatst. Figuur 2.6 geeft aan op welke manier de toekomstige woningen aan de terp worden gelegd.

Factor/constraint

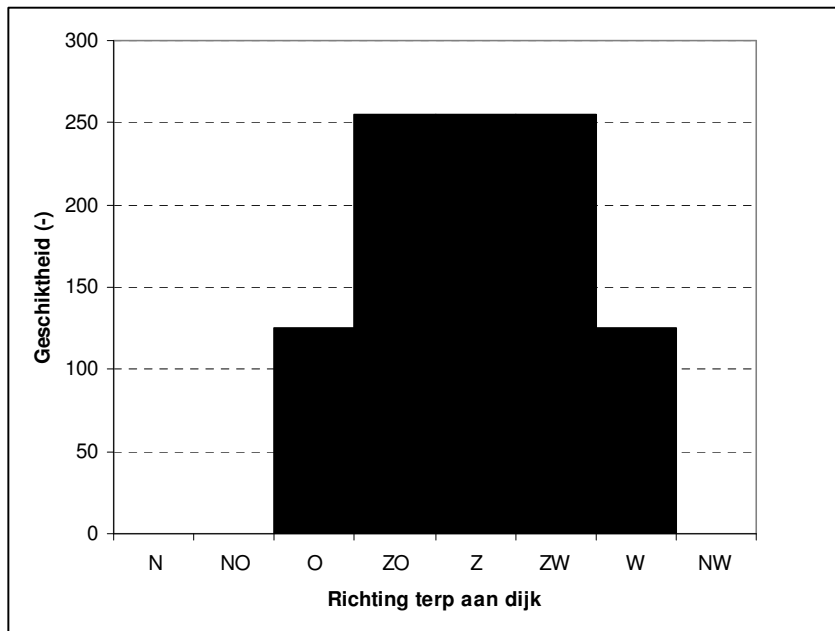
Het criterium oriëntatie behoort tot de factoren. Het karakter van de factor is anders dan die van de andere factoren. Het verloop van het criterium is discreet terwijl de andere factoren continue zijn.

Kwantificeren van criterium

Bij de oriëntatie komt naar voren dat de richting zuidoost – zuidwest als meest geschikt kan worden gezien. Dit is natuurlijk logisch als men weet dat deze kant het langstdurend wordt beschenen door de zon. Op deze manier kan de meeste energie worden behaald.

De andere richtingen zijn minder geschikt tot niet geschikt. Figuur 2.7 laat zien dat de richtingen zuidoost – zuidwest het meest geschikt is.

Figuur 4.7: Het verloop van de richting van de terp aan dijk gerelateerd aan de geschiktheid



Te zien is dat het verloop in stappen verloopt. Men heeft hier te maken met een discrete factor.

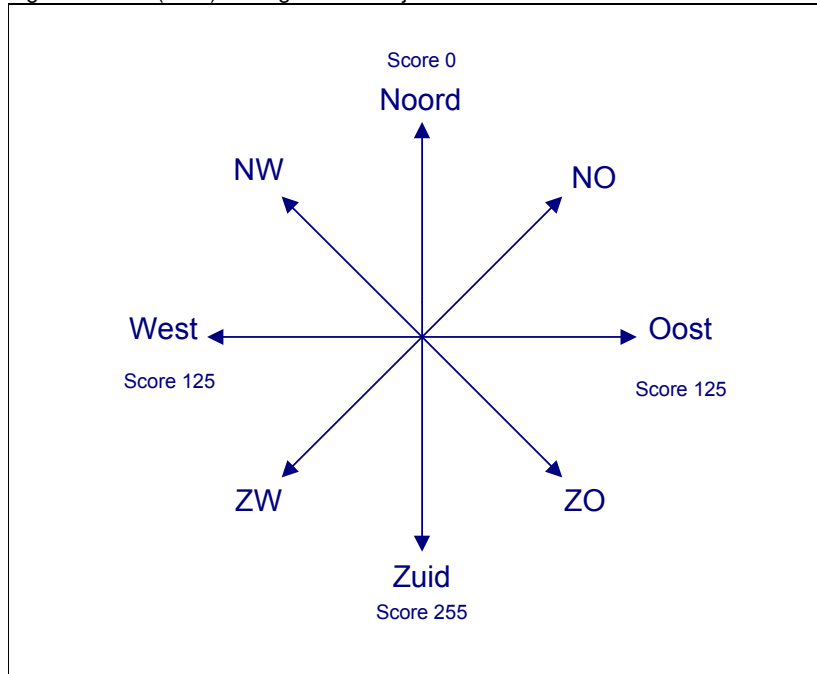
Daarnaast zijn de gegevens tevens opgenomen in tabel 4.5.

Tabel 4.5: Kwantificeren van oriëntatie

Criterium oriëntatie aan dijk	Score	Geschiktheid
Noord	0	Niet
Noordoost	0	Niet
Oost	125	Minder
Zuidoost	255	Goed
Zuid	255	Goed
Zuidwest	255	Goed
West	125	Minder
Noordwest	0	Niet

De richtingen zijn ook opgenomen in figuur 4.8 ter verduidelijking van tabel 4.5.

Figuur 4.8: De (wind)richtingen en de bijhorende scores



Het criterium Oriëntatie is anders dan de andere criteria. Voor dit criterium is geen dataset beschikbaar en kan dus niet worden meegenomen in de MCA. Er kan wel degelijk een oriëntatie aan de locaties worden gekoppeld, maar dit is pas mogelijk na het uitvoeren van de MCA. In hoofdstuk 7 waar de MCA uitvoerig wordt beschreven, komt tevens aan de orde hoe de oriëntatie is opgenomen in het onderzoek.

5. Gewichten

Welke criteria zijn het belangrijkste? De volgorde, van belangrijk naar het minst belangrijk, is belang voor het uitvoeren van de MCA. Gewichten hoeven alleen bepaald te worden voor factoren.

Aan de hand van drie verschillende scenario's wordt gekeken welke locaties geschikt kunnen zijn voor het plaatsen van terpen van baggerspecie. Door verschillende scenario's te gebruiken, brengt men variatie aan er kan men analyseren wat de verschillen zijn binnen de scenario's. Daarna kan een keuze worden gemaakt uit een van de drie scenario's. Wat voor scenario kan als meest geschikt worden gezien? De geschiktheid van het scenario kan worden gedefinieerd als: Dat scenario dat de meeste geschikte locaties bloot legt.

In § 5.1 wordt het ecologische scenario besproken. Daarna in § 5.2 komt het economische scenario aan de orde en ten slotte in § 5.3 wordt ten slotte het sociale scenario besproken.

5.1 Ecologisch scenario

Deze paragraaf bespreekt het ecologische scenario. Het scenario bevat de locaties voor terpen van baggerspecie die het meest geschikt zijn voor het milieu. De factor bebouwing krijgt meer prioriteit dan de andere factoren. Dit lijkt tegenstrijdig, maar omdat voor de factor bebouwing geldt dat de geschiktheid hoger wordt met een toename van de afstand van de terp tot aan bebouwing, moet bebouwing een hoger gewicht krijgen

Er geldt voor het scenario dat negatieve invloeden van vestigingen (bebouwing) en menselijk handelen (infrastructuur, auto's, enzovoort) zoveel mogelijk moet worden beperkt.

Tabel 5.1: Gewichtenset voor ecologisch scenario

Criteria	Watergangen	Dijkhoogte	Bebouwing	Infrastructuur
Watergangen	x	1/2	1/5	4
Dijkhoogte	2	x	1/5	4
Bebouwing	5	5	x	6
Infrastructuur	1/4	1/4	1/6	x

Door middel van het toekennen van een hoger gewicht voor bebouwing ten opzichte van de andere factoren wordt aangegeven, dat een grote afstand van de terp tot aan bebouwing een veel hogere prioriteit heeft. Daarnaast krijgen de factoren watergangen en dijkhoogte een hoger gewicht dan de factor infrastructuur. Deze criteria bevorderen de ecologische status van de terp.

De som met de waarden van de eerste kolom geeft:

$$8.25 \quad (1.00 + 2.00 + 5.00 + 0.25)$$

Daarna wordt hieruit de eigenvector met de module Weight in Idrisi berekend:

- Watergangen 0.1375
- Dijkhoogte: 0.1925
- Bebouwing 0.6132
- Infrastructuur 0.0569

De consistency ratio komt uit op 0.09 en deze kan als acceptabel worden gezien

5.2 Economisch scenario

Het economische scenario is gericht op lage kosten en op winst in de toekomst. Het milieu heeft in dit scenario veel minder prioriteit. Locaties voor terpen moeten meer in de buurt van vestigingen (bebouwing) gelegen zijn en tevens moeten terpen eenvoudig en vooral snel bereikbaar zijn.

Doordat de factor bebouwing bij het kwantificeren bij een grotere afstand een hogere score krijgt moet hij juist bij het geven van een gewicht een lagere waarde krijgen. Als men hier kiest om de bebouwing een hoge waarde te geven, kortom meer prioriteit te geven, worden de terpen juist verder van bebouwing afgezet.

De factor infrastructuur moet echter wel een hoge prioriteit krijgen. Tijdens het kwantificeren is er voor gekozen om de score te verkleinen bij een toename van de afstand. Bij een hoger gewicht komen juist de locaties voor terpen naar voren die dichtbij infrastructuur gelegen zijn.

Tabel 5.2: Gewichtenset voor economisch scenario

Criteria	Watergangen	Dijkhoogte	Bebouwing	Infrastructuur
Watergangen	x	1/2	3	1/3
Dijkhoogte	2	x	1/3	1/3
Bebouwing	1/3	3	x	1/5
Infrastructuur	3	3	5	x

De som met de waarden van de eerste kolom geeft:

$$6.33 \quad (1.00 + 2.00 + 0.33 + 3.00)$$

Daarna wordt hieruit de eigenvector met de module Weight in Idrisi berekend:

- Watergangen 0.1916
- Dijkhoogte 0.1566
- Bebouwing 0.1646
- Infrastructuur 0.4872

De consistency ratio komt uit op 0.31 en deze kan niet als acceptabel worden gezien, omdat deze de grens van 0.10 overschrijdt.

5.3 Sociaal scenario

Het sociale scenario moet de locaties aangeven die positief zijn voor mensen. Deze locaties moeten geschikt zijn om er te kunnen wonen. Mensen moeten dorpen en steden juist eenvoudig kunnen bereiken. Met andere woorden de terpen mogen niet te ver van dorpen en steden afliggen en er moet infrastructuur aanwezig zijn.

Er mag echter niet vergeten worden dat terpen aan dijken en nabij watergangen geplaatst moeten worden. Dit houdt in dat de gewichten tussen de verschillende criteria niet te groot mogen worden. Uit tabel 5.3 is af te leiden dat de onderlinge gewichten niet te groot zijn. Er is echter wel te zien dat er onderscheid is gemaakt in de prioriteit van verscheidene criteria.

Wat opvalt, is dat de prioriteit van het criterium bebouwing gelijk wordt gesteld aan de criteria watergangen, dijkhoogte en infrastructuur. Bebouwing wordt in dit scenario ook als belangrijkste criteria voor de sociale sector gezien zonder de watergangen en dijkhoogte uit het oog te verliezen.

Tabel 5.3: Gewichtenset voor sociale scenario

Criteria	Watergangen	Dijkhoogte	Bebouwing	Infrastructuur
Watergangen	x	1/2	1	2
Dijkhoogte	2	x	1	2
Bebouwing	1	1	x	1
Infrastructuur	1/2	1/2	1	x

De som met de waarden van de eerste kolom geeft:

$$4.50 \quad (1.00 + 2.00 + 1.00 + 0.50)$$

Daarna wordt hieruit de eigenvector met de module Weight in Idrisi berekend:

- Watergangen 0.2426
- Dijkhoogte 0.3431
- Bebouwing 0.2426
- Infrastructuur 0.1716

De consistency ratio komt uit op 0.04 en kan als acceptabel worden gezien.

6. Verzamelen en bewerken van de data

Hoofdstuk 6 gaat nader in op het bewerken van de datasets. Tevens worden de datasets besproken. § 6.1 zal nader ingaan op de verzameling van de datasets. Er komen zaken aan de orde die niet zijn vermeld in hoofdstuk 3. Na het behandelen van de dataverzameling worden in § 6.2 en § 6.3 de schaal van de data en het omzetten van de datasets besproken. De eerste paragraaf gaat in op de keuze van de schaal en de resolutie van de bestanden, hoe deze worden toegepast in de MCA en uiteindelijk als geschiktheidkaart (scenario) wordt gerealiseerd. De tweede paragraaf behandelt de wijze van het omzetten van de datasets van “shapefile” naar uiteindelijk rasterformaat. Daarna komt het bewerken van de verschillende datasets aan de orde. Een groot aantal van de datasets worden op een dezelfde manier verkregen.

De volgende stappen zijn ondernomen om de datasets zo te krijgen dat de datasets te gebruiken zijn voor de MCA:

- Data verzamelen;
- Data analyse (metadata);
- Data importeren in GIS programma Idrisi;
- Data omzetten van vector naar raster;
- Waar nodig de schaal van de dataset aanpassen;
- Data bewerken door middel van verschillende functies.

De onderdelen die hierboven zijn opgenoemd worden integraal in dit hoofdstuk besproken.

6.1 *Dataverzameling*

De datasets met uitzondering van de dataset dijkkringgebieden zijn verkregen via het Van Hall Instituut in Groningen. De dataset dijkkringgebieden is verkregen via het Rijkswaterstaat, waarmee over het onderzoek gesproken is. Via andere instellingen zoals Waterschap Friesland en Provincie Friesland zijn tevens datasets verkregen. Een aantal van deze datasets waren niet toepasbaar voor het onderzoek, omdat deze sets niet de beoogde situaties uitbeelden.

De datasets die zijn verkregen bij het Van Hall Instituut zijn niet gemaakt door het instituut zelf, maar zijn op diens beurt ook weer verkregen bij verschillende andere instellingen. Deze instellingen zijn: Rijkswaterstaat, Alterra en de Provincie Friesland. In § 6.4 komen al de datasets aan de orde en wordt er bij iedere set vermeld wie de eigenaar ervan is.

6.2 *Idrisi en resolutie (schaal)*

Het uitvoeren van de MCA geschiedt in het GIS-programma Idrisi. Dit programma werkt met rasters, waardoor al de verkregen datasets moeten worden omgezet in rasterformaat. Hoe deze transformaties worden uitgevoerd, wordt behandeld in § 6.3. Het is hier van belang om te weten dat een rasterbestand uit kleine verschillende pixels of rasters bestaat. In Idrisi kan men bepalen wat de grootte moet worden voor zo'n pixel.

De resolutie is afgesteld op 50 meter. Ieder raster (pixel) krijgt daardoor een weergave van 50 bij 50 meter. Friesland is een provincie van ongeveer 70 bij 70 kilometer.

Met het uitvoeren van een berekening kan worden berekend dat er een rastergrid van 1400 bij 1400 cellen wordt verkregen. Met het raster van 1400 bij 1400 kan behoorlijk in detail worden gewerkt. Er moet worden opgemerkt dat ieder cel een lengte en breedte van 50 meter presenteert. In plaats van 50 meter had er ook gekozen kunnen worden voor een lengte van 25 meter, maar zoals opgemerkt kan worden krijgt men nu een veel groter

rastergrid. Het voordeel is dat er nu nog veel meer detail is, maar het bestand wordt zo wel veel groter.

Daarnaast kan men ook kiezen voor een 75 bij 75 meter of 100 bij 100 meter resolutie. Maar nu verliest men teveel detail en doordat de criteria afstanden van rond de 50-100 meter hanteren is er gekozen voor een resolutie van 50 bij 50 meter.

6.3 *Het omzetten van de datasets*

De datasets die verzameld zijn voor de verschillende criteria moeten worden omgezet worden in het juiste bestand, zodat men er mee kan werken in Idrisi. De data hebben het bestand shapefile en moeten worden omgezet in een rasterbestand. Idrisi kan geen shapefiles omzetten in rasterbestanden. Eerst worden de shapefiles geïmporteerd in Idrisi. Dit is mogelijk om de shapefile om te zetten in een vectorbestand.

Daarna is het mogelijk om het vectorbestand te transformeren in rasterformaat. Hieronder wordt in stappen uitgelegd welke handelingen nodig zijn om de transformatie te voltooien:

- Eerst moet onderzocht worden wat de “spatial extent” moet zijn van het raster. Onder “spatial extent” wordt verstaan de x en y coördinaten (de minimale en maximale x coördinaat en de minimale en maximale y coördinaat). Daarnaast moet ook de resolutie (of de pixel grootte) worden gevonden van het rasterbestand.
- Met de optie “initial” van het programma Idrisi kan een leeg raster worden gemaakt met behulp van de “spatial extent” gegevens. Dit lege rasterbestand dient om de vectorbestanden te transformeren naar rasterformaat.
- Nu is het mogelijk om met de optie “rastervector” de vectorbestanden om te zetten in rasterformaat. Het lege rasterbestand wordt hierbij toegepast.

De termen shapefile, vector en raster worden in de woordenlijst nader uitgelegd.

6.4 *Beschrijving van de datasets*

In deze paragraaf worden de verschillende datasets beschreven. Het gaat om de beschrijving van de weergave van het bestand, de bron en uit welk jaar de dataset afkomstig is.

Bij het bewerken van de datasets komen regelmatig dezelfde handelingen aan de orde. In de tabel 6.1 zijn de verschillende handeling opgenomen die per criterium zijn toegepast om de datasets in orde te maken. Het criterium dijkhoogte is hierop een uitzondering, omdat deze op een andere wijze is gemaakt. De werkwijze wordt in § 6.4.6 nader besproken.

Tabel 6.1: Functies die voor de verschillende criteria zijn toegepast om de datasets in orde te maken.

Criterium		Functies (handelingen)					
		Importeren naar Idrisi	Vector - raster	Reclass	Overlay	Distance	Fuzzy
Costraints	Dijkringhoogte	x	x	x			
	Bebouwing	x	x	x			
	Water	x	x	x	x		
	Habitatrichtlijnen	x	x	x			
	Vogelrichtlijnen	x	x	x			
Factoren	Afstand tot bebouwing	x	x	x		x	x
	Afstand tot watergang	x	x	x	x	x	x
	Dijkhoogte	x	x	x	x		x
	Afstand tot infrastructuur	x	x	x		x	x

De eerste twee handelingen: het importeren van shapefiles naar Idrisi en het omzetten van vector naar rasterformaat is al uitvoering in § 6.3 besproken.

Reclass is het herclassificeren van bestanden. Sommige bestanden bestaan uit veel mogelijkheden en met de functie reclass kunnen een groot aantal mogelijkheden worden gegeneraliseerd naar een kleiner aantal mogelijkheden. Bijvoorbeeld de dataset dijken bestaat uit meer dan 500 dijken of dijksegmenten. Iedere dijksegment heeft een unieke waarde. Na het herclassificeren hebben alle dijksegmenten de waarde 1 gekregen en alles wat niet tot dijken behoort een waarde 0. Alles met een waarde 0 wordt uit het bestand gehaald en is daarna niet meer zichtbaar.

De functie overlay houdt in het overleggen of combineren van twee bestanden. Uit tabel 6.1 is te zien dat de functie overlay alleen maar bij de waterdatasets en de dijkhoogte wordt uitgevoerd. Hetzelfde geldt voor de functie distance. Met de distance wordt er aan de dataset afstanden toegevoegd. Af te leiden valt dat deze functie is toegepast voor de criteria met afstanden.

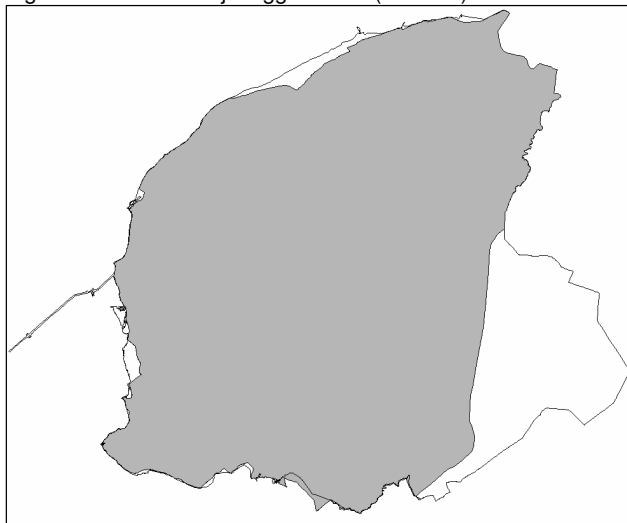
In de volgende subparagrafen komen de bovenstaande termen regelmatig aan de orde.

6.4.1 Dijkkringgebieden

De dataset dijkkringgebieden geeft het dijkkringgebied van Friesland weer. Het dijkkringgebied bevat bijna geheel de provincie Friesland met uitzondering op het zuidoosten van de provincie rond de dorpen Oosterwolde en Appelscha. Het zuidoosten van de provincie bestaat uit hogere zandgronden.

Naam	RWS Dijkkringgebieden
Bestandsnaam	rws_dijkkringgebieden.shp
Bron	Rijkswaterstaat
Schaal	1:25000
Versie	2.3
Jaartal	2005

Figuur 6.1: Dataset dijkkringgebieden (Arcview)



Nadat het bestand is omgezet naar rasterformaat moet het geschikt worden gemaakt voor de MCA. De dataset dijkkringgebieden behoort tot het constraint, waardoor aangegeven moet worden welke locaties wel in het eindresultaat moet verschijnen en welke locaties die niet meegenomen moeten worden.

Door middel van de functie “reclass” kan men in “Ildrisi” de dataset herclassificeren in twee mogelijkheden, namelijk:

1. Locaties die niet geschikt zijn, krijgen een score 0;
2. Locaties die wel geschikt zijn, krijgen een score 1 (het grijze vlak in afbeelding 6.1)

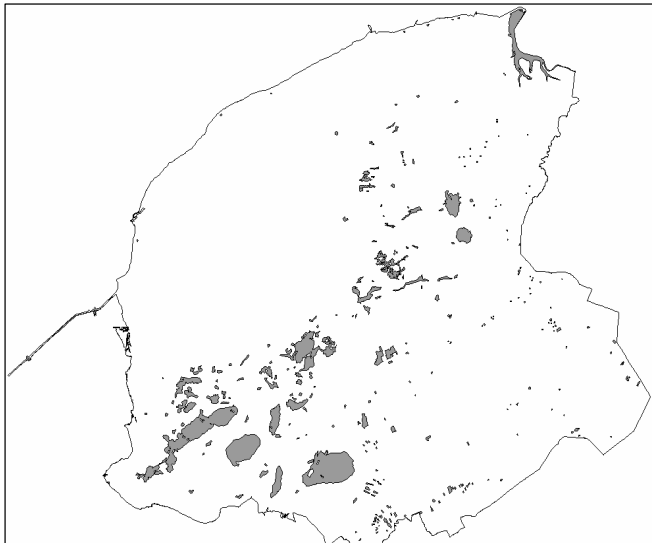
6.4.2 Water en watergang

De dataset water bevat de wateren van de provincie. Onder wateren wordt in de dataset de plassen en meren van Friesland bedoeld. Het gaat hier om de binnenwateren van de provincie. De Waddenzee en het IJsselmeer zijn niet opgenomen en spelen tevens geen rol in het onderzoek. De watergangen komen hier tevens niet aan de orde, maar zijn opgenomen in de dataset watergangen. De beide datasets worden later gecombineerd om zo het constraint wateren en de factor afstand tot aan watergang te ontwikkelen.

Naam	WIS binnenwater
Bestandsnaam	Binwatpl.shp
Bron	Rijkswaterstaat
Schaal	1:25000
Versie/jaartal	2001

Opmerking	Het bestand bevat alle meren en plassen (binnenwateren) breder dan 50 meter volgens Waterstaatskaart 5 ^e editie
-----------	--

Figuur 6.2: Dataset water (Arcview)

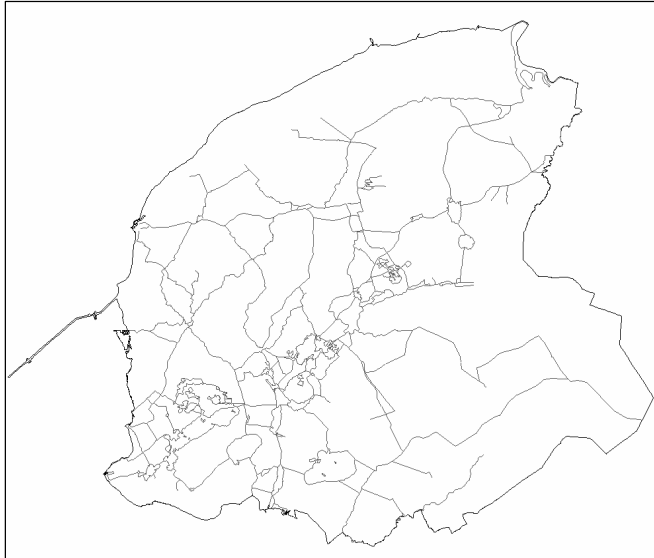


De dataset watergangen bevat al de rivieren en kanalen van Friesland. Verder is te zien dat ook de meren en plassen zijn opgenomen in deze dataset. Deze zijn namelijk opgenomen door middel van het omringen met een blauwe lijn. Uit de figuren 6.2 en 6.3 valt op te merken dat Friesland talrijk is aan watergangen die geschikt kunnen zijn voor het plaatsen van terpen van baggerspecie.

Naam	Waterstromen
Bestandsnaam	Waterstr.shp
Bron	Rijkswaterstaat
Schaal	1:25000
Versie/jaartal	2003

Opmerking	Deze kaart toont de belangrijkste waterlopen op de Cultuurhistorische Kaart Fryslân
-----------	---

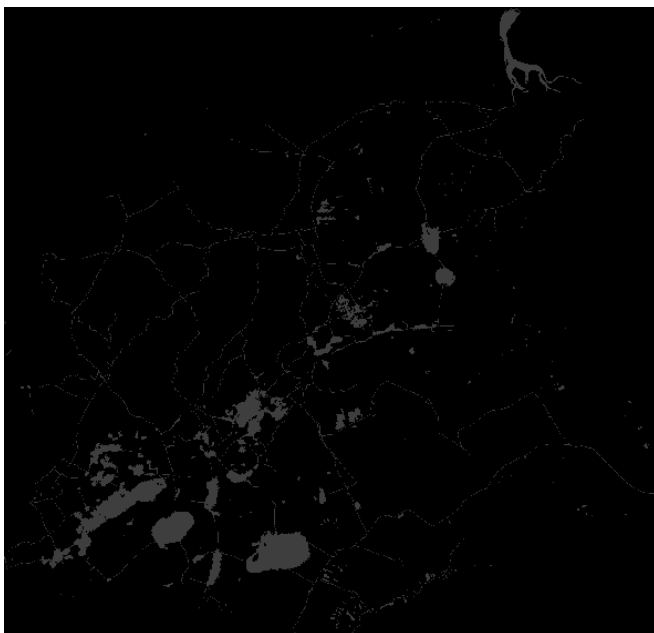
Figuur 6.3: Dataset Watergangen (Arcview)



Door beide datasets te combineren door middel van een “overlay” worden het constraint water en de factor afstand tot watergang gecreëerd.

Daarna worden beide datasets individueel geherclassificeerd, zodat de locaties die van belang zijn worden meegenomen in het vervolgtraject. Wanneer de beide datasets zijn gecombineerd door middel van een “overlay” kan men overgaan tot het maken van het constraint en de factor.

Figuur 6.4: Dataset na herclassificeren.



Figuur 6.4 geeft het resultaat van de “overlay” weer. Te zien is dat beide datasets in deze afbeelding aanwezig zijn. Door deze dataset nogmaals de herclassificeren kan men de constraint maken. Hier geldt de locaties die geschikt zijn een score 1 krijgen en de rivieren, kanalen, meren en plassen een score 0 krijgen.

De factor Afstand tot watergang kan tevens uit de dataset van figuur 6.4 worden gemaakt. Door de herclassificatie van het constraint toe te passen en daarna de functie “distance” te gebruiken, kan men de factor creëren.

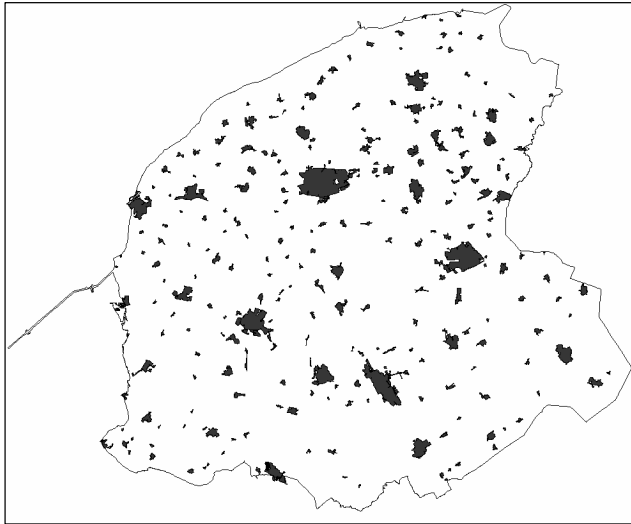
6.4.3 Bebouwing/Afstand tot bebouwing

De dataset die weergegeven is in figuur 6.5 bevat de plaatsen van de provincie. Dorpen en steden worden weergegeven. Kleinere plaatsen, zoals gehuchten zijn niet van belang voor het onderzoek. Gehuchten worden niet als negatief beschouwd, omdat deze kleine streekbebouwingen niet tot dorpen of steden gerekend kunnen worden. Gehuchten hebben meestal geen bebouwde kom.

De criteria bebouwing en afstand tot bebouwing worden beide uit deze dataset gehaald.

Naam	
Bron	Rijkswaterstaat
Schaal	1:25000
Versie/jaartal	

Figuur 6.5: Dataset bebouwing (Arcview)

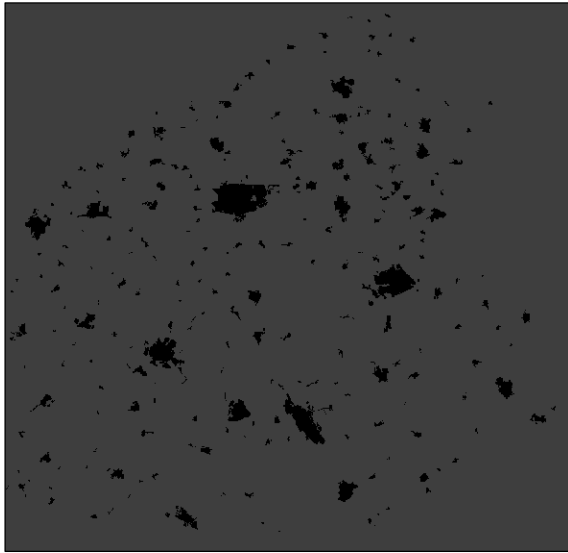


Na de dataset in rasterformaat te hebben verkregen, wordt het bestand eerst geclassificeerd met de functie "Reclass". Eerst wordt de constraint bebouwing uit de dataset gemaakt en daarna de factor afstand tot bebouwing.

Doordat er geen onderscheid wordt gemaakt in de grootte en type plaats (dorp of stad) krijgen alle plaatsen in het constraint een score 0. De dorpen of steden zijn namelijk niet geschikt voor het plaatsen van een terp. De gebieden om de dorpen en steden kunnen wel geschikt zijn en daardoor krijgen deze gebieden een score 1. Figuur 6.6 bevat de weergave van het constraint bebouwing.

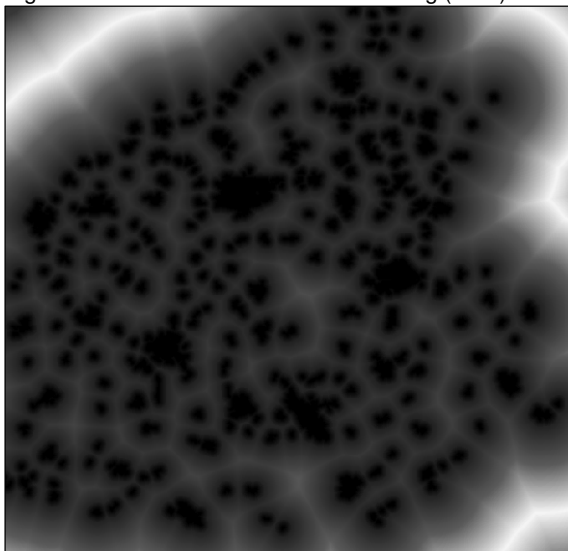
De factor wordt op ongeveer dezelfde manier verkregen als het constraint. Tijdens het kwantificeren van de factor is ervoor gekozen dat de geschiktheid met de afstand toeneemt. Om deze afstanden in het bestand te zetten, moeten juist de plaatsen zichtbaar zijn. Door middel van de functie "distance" kan men de afstanden weergeven. Het resultaat is weergegeven in figuur 6.7.

Figuur 6.6: Het constraint bebouwing (Idrisi)



De zwarte locaties in figuur 6.6 geeft de plaatsen van Friesland weer

Figuur 6.7: De factor afstand tot bebouwing (Idrisi)



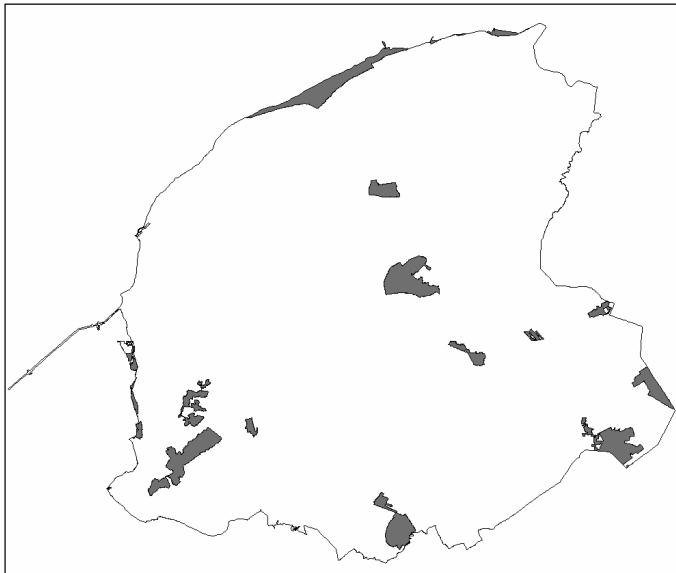
De afbeelding van de factor afstand tot bebouwing laat tevens de plaatsen zien, maar doormiddel van de functie "distance" zijn er afstanden in het bestand aangebracht.

6.4.4 Habitatrictlijnen

De locaties die behoren tot de habitatrictlijnen zijn weergegeven in figuur 6.8 De dataset bevat de locaties die niet geschikt zijn voor het plaatsen van terpen van baggerspecie. Uit figuur 6.8 valt op te merken dat het hier vooral gaat om de gebieden die tot of rond om de wateren (meren en plassen) behoren.

Naam	Habitatrictlijngebieden
Bestandsnaam	Habitat_2003.shp
Bron	Alterra
Schaal	1:25000
Versie/jaartal	Versie 2003

Figuur 6.8 Dataset habitatrictlijnen (Arcview)



Het constraint habitatrictlijnen is op dezelfde manier verkregen als de andere constraints. Door het rasterbestand te herclassificeren kan men de gebieden die tot de habitatrictlijnen behoren en dus niet geschikt zijn uit de factor filtreren, kortom:

1. Habitatrictlijn gebieden krijgen score 0
2. Overige gebieden die geschikt zijn voor terpen krijgen score 1

6.4.5 Vogelrichtlijnen

Naast een dataset met de habitatrictlijnen is er ook een dataset met de vogelrichtlijnen aanwezig. Sommige locaties komen overeen met die van de habitatrictlijnen, zoals te zien is in figuur 6.8 en 6.9.

De gebieden uit deze dataset zijn op 24 maart 2000 aangewezen als speciale beschermingzones volgens de vogelrichtlijnen.

De gebieden die behoren tot de vogelrichtlijnen zijn niet geschikt voor het plaatsen van terpen.

Naam	Vogelrichtlijn "2000"
Bestandsnaam	Vogelrichtlijn "2000"
Bron	Alterra
Schaal	1:25000
Versie/jaartal	Versie 2000

Figuur 6.9: Dataset Vogelrichtlijnen (Arview)



De dataset vogelrichtlijnen is op dezelfde manier bewerkt als de dataset habitatrichtlijnen.

Nadat het bestand is omgezet van shapefile naar rasterbestand, wordt het bestand geclassificeerd. De locaties die behoren tot de vogelrichtlijnen moeten uit de dataset worden gehaald.

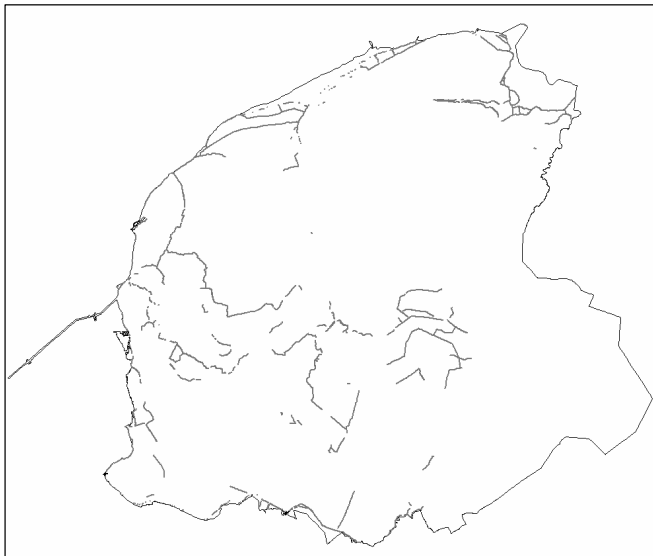
6.4.6 Dijken en hoogtekaart van Friesland

De dataset met de dijken bevat al de dijken die vanaf 1500 tot nu zijn geplaatst en nog steeds aanwezig zijn in het landschap. De dijken die niet meer aanwezig zijn, zijn uit de dataset verwijderd.

Naam	Dijken
Bestandsnaam	Histgeo_dijken.shp
Bron	Provincie Friesland
Schaal	1:25000
Versie	Versie 1.0
Jaartal	2002

Opmerking	De dijkkaart is afkomstig van de cultuurhistorische kaart van de provincie Friesland.
-----------	---

Figuur 6.10: Dataset dijken (Arcview)

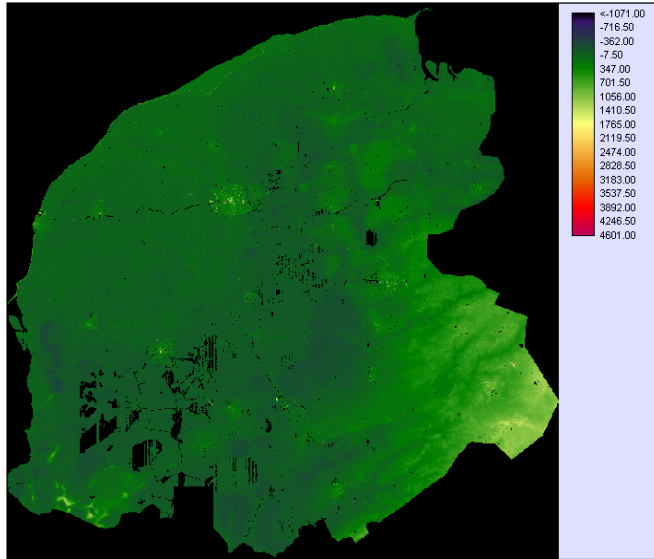


De andere dataset geeft de hoogte van het maaiveld (t.o.v. NAP) van het grondgebied van Friesland weer. Hier moet gelet worden op het feit dat de hoogten in centimeters zijn opgenomen in plaats van meters.

Uit figuur 6.11 valt op te merken dat het grootste gedeelte van de provincie onder NAP ligt en dat vooral het zuidoosten dat buiten de dijkkringgebieden vallen iets hoger ligt.

Naam	AHN (Actueel Hoogtebestand Nederland)
Bestandsnaam	Niet bekend
Bron	Rijkswaterstaat
Schaal	Niet bekend
Jaartal	Niet bekend

Figuur 6.11: Dataset hoogte (Idrisi)



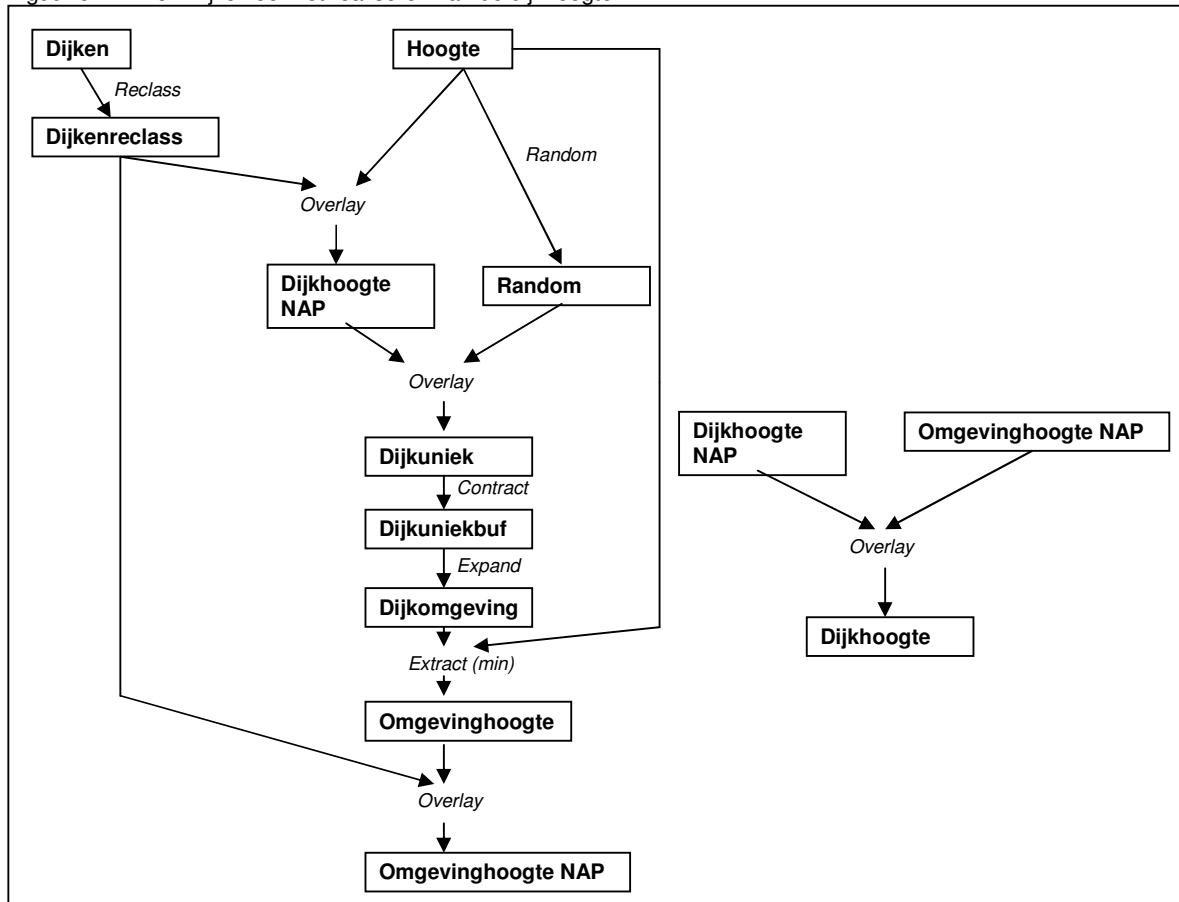
Voor het creëren van het criteria dijkhoogte zijn twee datasets nodig. De set met dijken moet over de hoogte worden gelegd om de dijkhoogte kunnen vinden. Eerst zorgt men ervoor dat de shapefile van dijken naar rasterformaat wordt omgezet, zodat de dataset in “Idrisi” kan worden gebruikt.

De dataset dijkhoogte hoeft niet omgezet te worden, omdat er voor dit onderzoek al een rasterformaat voorhanden was. Het probleem met deze dataset is dat de referenties (x en y coördinaten), kolommen, rijen en de resolutie niet overeen komt met de andere datasets. Om de

bestanden op elkaar af te stemmen, zal eerst de x en y coördinaten worden aangepast. Zie voor meer informatie bijlage 4.

Wanneer alle afmetingen (x en y coördinaten en de resolutie) kloppen kunnen de beide datasets met een “overlay” gecombineerd worden, zodat men de dataset dijkhoogte krijgt. De volgende stappen, die in figuur 6.12 staan weergegeven, worden doorlopen:

Figuur 6.12: Werkwijze voor het realiseren van de dijkhoogte

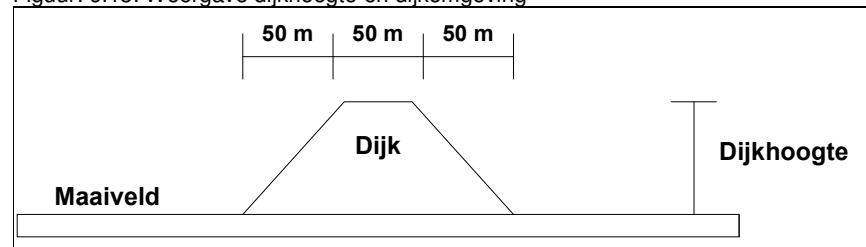


Eerst moet het dijkenbestand geherclassificeerd worden, zodat al de dijksegmenten dezelfde waarde krijgen. Het bestand wat hieruit verkregen wordt daarna met het bestand hoogte gecombineerd tot dijkhoogteNAP. DijkhoogteNAP bevat de dijkhoogten ten opzichte van NAP. Men heeft echter de dijkhoogte ten opzichte van maaiveld nodig.

Het bestand hoogte wordt naast een overlay ook toegepast voor de functie random. Random houdt in dat alle waarden in het bestand worden gestandaardiseerd. De functie random moet gebruikt worden om alle dijksegmenten in de volgende handeling een unieke waarde te geven. Het is namelijk de bedoeling dat we van iedere individuele dijk de hoogte krijgen. Dit is niet mogelijk met een simpele reclass functie. Na het bestand random te hebben gekregen, moet deze worden gecombineerd met een overlay, zodat de dijksegmenten in het bestand dijkuniek een unieke waarde krijgen.

De dijken moeten worden gebufferd. Het is de bedoeling om de dijkhoogte te krijgen ten opzichte van het maaiveld. De hoogtekaart is ten opzichte van NAP en is dus nog niet geschikt. Voordat de hoogte kaart in het geheel wordt toegepast moet de dijken kaart worden gebufferd. Het doel van de buffer is: het hoogteverschil tussen de kruin van de dijk en het omliggende gebied. De dijk zelf is niet breed en door een gedeelte van het omliggende gebied mee te nemen, wordt er een beter inzicht verkregen in de dijkhoogte.

Figuur: 6.13: Weergave dijkhoogte en dijkomgeving

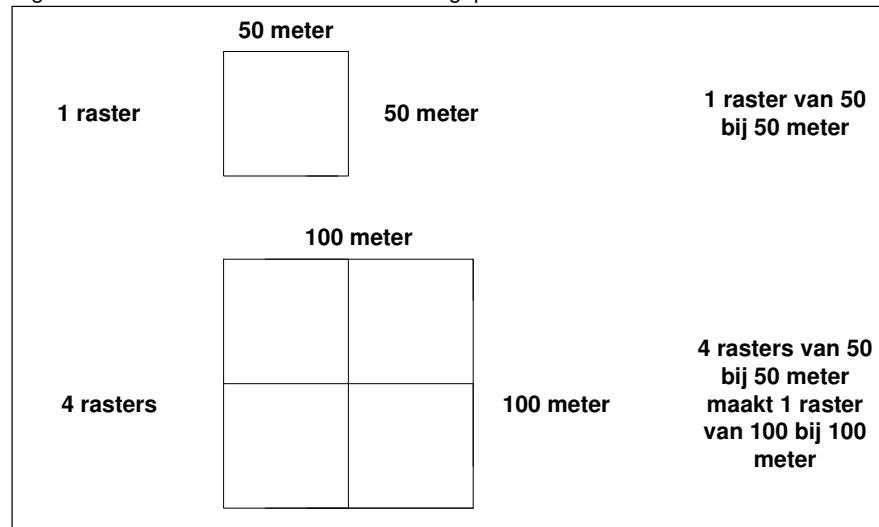


Doordat een raster is afgesteld op 50 bij 50 meter is de dijklijn tevens 50 meter. Door een buffer van 50 (1 raster) aan te brengen aan, wordt aan iedere zijde van de dijklijn een buffer aangebracht van 50 meter. De dijklijn is nu 150 meter of 3 rasters breed. Hieronder worden de stappen besproken om de buffer aan te brengen (zie figuur 6.13):

- De normale buffer functie voldoet niet. Het is de bedoeling om de unieke waarden van de verschillende dijken te behouden. Als men een gewone buffer functie toepast dan verliest het bestand de unieke waarden en krijgen alle dijken dezelfde waarde. Er moet dus op een andere manier gebufferd worden, zodat iedere dijksegment een eigen buffer krijgt.
- Op de volgende manier kan het bestand gebufferd worden. Eerst wordt de resolutie of het raster vergroot. Het raster wordt vergroot naar 100 bij 100. De dijklijn wordt nu tevens vergroot. Dit kan uitgevoerd worden met de functie "contract". Men krijgt nu het bestand dijkuniekbuf.
- Daarna wordt door middel van de functie "Expand" het bestand weer naar een rastergrootte van 50 bij 50 teruggebracht.

Op deze manier is het bestand dijkomgeving verkregen. Dijkomgeving moet weer verder bewerkt worden.

Figuur 6.14: Voorbeeld van het bufferen toegepast in het onderzoek



Men heeft nu een gebufferde dijkenkaart gekregen. Met de functie "Extract" kan men de dijken en de gebufferde gebieden van een waarde voorzien. De hoogtekaart die gemaakt is, speelt tevens een rol. De dijken en de buffergebieden krijgen dankzij de hoogtekaart een waarde. Men moet hier een extract (min) uitvoeren zodat dijkomgeving van de hoogte gehaald wordt, zoals in figuur 6.12 is weergegeven. Uit deze handeling ontstaat het bestand omgevingshoogte.

Het is de bedoeling dat men de dijkhoogte krijgt. Wat er tot nu toe is gerealiseerd is de omgevingshoogte. Om de dijken weer naar voren te halen, moet men de omgevingshoogte combineren met het bestand dijkenreclass. Het bestand wat nu ontwikkeld is, noemen we omgevingshoogteNAP. De hoogte van de omgeving en de dijken is nu weer ten opzichte van NAP. Om de hoogte ten opzichte van maaiveld te krijgen, moeten we het gemaakte bestand nog eenmaal combineren. Door een overlay toe te passen op omgevingshoogteNAP en dijkhoogteNAP kunnen we deze twee bestanden combineren en zo het uiteindelijke bestand dijkhoogte krijgen.

6.4.8 Infrastructuur

Deze dataset bevat de verschillende wegen van de provincie. In figuur 6.15 zijn de A wegen of snelwegen alvast verwijderd. De snelwegen worden niet als geschikt gezien voor de bereikbaarheid van de terp. Terpen worden ten eerste niet aan snelwegen gelegd omdat deze qua drukte teveel negatieve invloed uitoefenen op de locatie. Ten tweede kan er niet zomaar een afrit worden aangelegd die alleen nodig zou zijn om de bereikbaarheid van de terp te bevorderen.

De dataset zoals die in figuur 6.15 is weergegeven bevat de regionale en provinciale infrastructuur en deze wegen worden wel degelijk als geschikt gezien.

Naam	Wegenstructuur
Bestandsnaam	Wegen.shp
Bron	Provincie Friesland
Schaal	1:25000
Versie/jaartal	2003

Figuur 6.15: Dataset infrastructuur (Arcview)



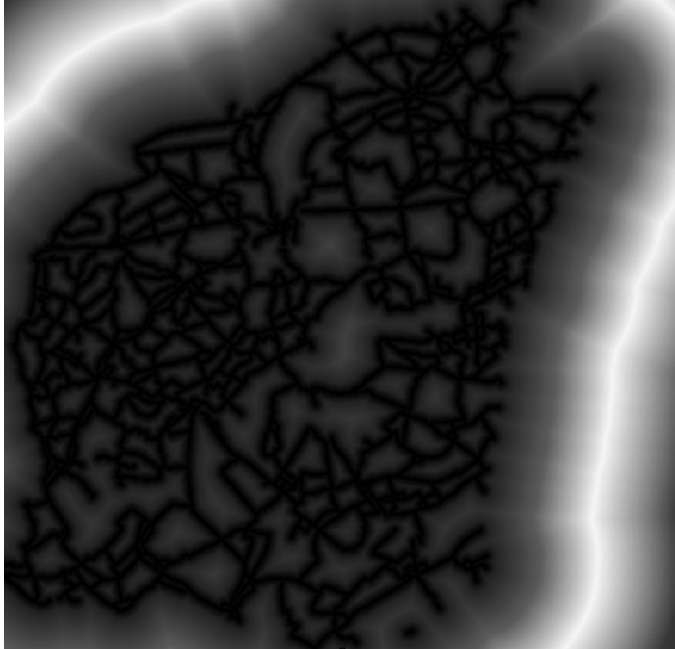
Nadat de dataset in rasterformaat is verkregen, moet het net als de andere criteria worden geherclassificeerd. Het is de bedoeling dat alleen de infrastructuur aanwezig moet blijven. Er wordt geen onderscheid gemaakt tussen de andere weg (behalve dat de A wegen al uit het bestand zijn verwijderd).

De wegen krijgen een score 1, waardoor ze aanwezig blijven en de rest van het bestand krijgt een score 0.

Na het herclassificeren moet net als bij de andere factoren, de afstanden in het bestand worden

gebracht, doormiddel van de functie "distance".

Figuur 6.16: Factor afstand tot infrastructuur (Idrisi)



Figuur 6.16 geeft het uiteindelijke resultaat weer van de factor afstand tot infrastructuur. De dataset is nu klaar gemaakt voor de MCA.

Net als bij de factoren afstand tot aan watergang en afstand tot bebouwing is aan de hand van kleuren de afstand te onderscheiden.

7. MCA en de geschiktheidkaarten

Hoofdstuk 7 gaat in op het uitvoeren van de MCA en het bespreken van de geschiktheidkaarten. De geschiktheidkaarten worden als één van de resultaten gezien van dit onderzoek. De geschiktheidkaarten zijn verkregen door het toepassen van de methodiek, het andere resultaat dat in de doelstelling is voorgesteld.

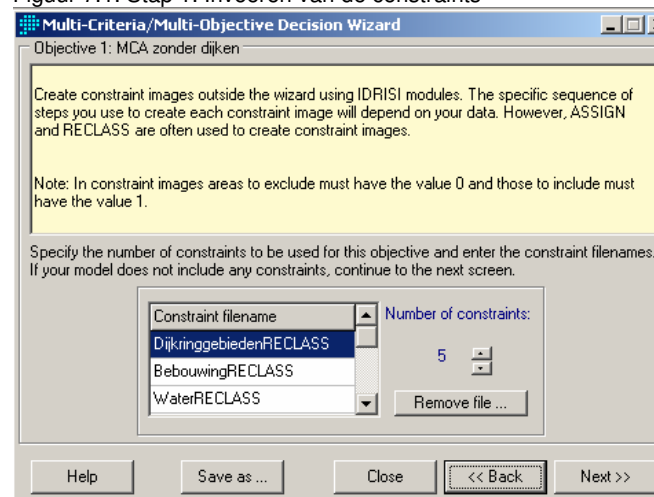
In § 7.1 wordt allereerst de MCA besproken. De stappen die doorlopen moeten worden om de MCA in het geheel uit te kunnen voeren worden één voor één behandeld. Daarna worden in § 7.2 de resultaten van de MCA gepresenteerd aan de hand van een aantal scenario's. Ieder scenario bevat een geschiktheidkaart.

7.2 Het uitvoeren van de MCA

In deze paragraaf worden de stappen die doorlopen zijn voor het uitvoeren van de MCA besproken. De MCA wordt uitgevoerd in Idrisi en dit programma bevat een MCA module. De volgende stappen worden behandeld:

- Het invoeren van de constraints;
- Het invoeren van de factoren;
- Het kwantificeren van de factoren;
- Het opstellen van de gewichtensets;
- Het invoeren van de gewichten;
- Het uitvoeren van de MCA.

Figuur 7.1: Stap 1: Invoeren van de constraints



Eerst moeten de verschillende constraints worden ingevoerd. De constraints die voor dit onderzoek zijn gebruikt, zijn:

- Dijkinggebieden
- Bebouwing
- Water
- Habitatirichtlijnen
- Vogelrichtlijnen

Tijdens het kwantificeren van de constraints, hebben de locaties die niet geschikt zijn voor terpen een score 0 gekregen. Deze gebieden worden door de MCA uit het resultaat

gehaald.

Figuur 7.2: Stap 2: Invoeren van de factoren

Objective 1: MCA zonder dijken

Create factor images outside the wizard using IDRISI modules. The specific sequence of steps you use to create each factor image will depend on your data.

Before they are combined, factors must be standardized to a scale of 0-255 where 0 is not suitable and 255 is perfectly suitable. The wizard will facilitate standardization of quantitative factor images using the module FUZZY on the next screen. All other types of standardization must be done outside the wizard and the resulting factor image names entered here.

Specify the number of factors to be used for this objective and enter the input factor filenames. Select standardization option and enter the output factor file name. The next screen will standardize the factors using FUZZY.

Input factor filename	FUZZY	Output factor filename
AfstandtotwatergangDISTAN	Yes	P:\Rutger_Veenstra\GIS\
AfstandtotbebouwingDISTAN	Yes	P:\Rutger_Veenstra\GIS\
Infrastructuurdistance	Yes	P:\Rutger_Veenstra\GIS\

Number of factors: 3

Buttons: Help, Save as ..., Close, << Back, Next >>

Daarna worden de factoren aan de MCA module toegevoegd. De volgende factoren zijn gebruikt voor de MCA:

- Watergangen (afstand tot aan watergangen);
- Bebouwing (afstand tot aan bebouwing);
- Infrastructuur (afstand tot aan infrastructuur) en
- Dijkhoogte

Figuur 7.3: Stap 3: Het kwantificeren van de factoren

Objective 1: MCA zonder dijken

Specify factor standardization:

Factor number: 1

Input factor name: AfstandtotwatergangDISTAN

Minimum data value: 0.0000

Maximum data value: 20696.2000

Factors to standardize with FUZZY

Membership Function Shape:

☐ Monotonically increasing

☒ Monotonically decreasing

☐ Symmetric

Membership Function Type:

☐ Sigmoidal

☐ J-shaped

☒ Linear

Control points:

c: 0.0000 d: 1000.000

Buttons: Help, Save as ..., Close, << Back, Next >>

De verschillende factoren worden in de module gekwantificeerd door middel van een formule. In hoofdstuk 4 zijn de factoren voorzien van een formule. Als eerste moet de vorm van de functie van de formule worden aangegeven. Voor de factor afstand tot aan watergang is dit een negatieve functie, want er geldt dat de geschiktheid van de locatie met een toename van afstand afneemt. Hierna wordt het type van de functie bepaald. In het geval van de factor afstand tot aan watergang heeft men te maken met een lineair verloop. De formule wordt in de

module geïmplementeerd doormiddel van controle punten. In figuur 7.3 zijn de controlepunten te zien.

De formule van de factor afstand tot aan watergang is:

- $y = -0.255 x + 255$ (voor $0 < x \leq 1000$ meter)

Er kan dus gezegd worden dat de afstand tussen een watergang en een terp 0.0 meter is dat de geschiktheid optimaal is en dat als de afstand gelijk of groter is als 1000 meter de geschiktheid 0 is. De andere factoren worden op dezelfde manier verwerkt. Voor meer informatie over het kwantificeren van de factoren wordt verwezen naar hoofdstuk 4 van dit onderzoek.

De vier factoren worden op deze manier in de MCA geïmplementeerd. De module weet doormiddel van het kwantificeren de eigenschappen van de factoren. De bovenstaande formule geeft bijvoorbeeld aan dat locaties die meer dan 1000 meter van een watergang afliggen niet meer geschikt zijn voor terpen.

Figuur 7.4: Stap 4: Het opstellen van de gewichtensets

Pairwise comparison file to be saved :

	Afstandtotwater	Afstandtotbebouwing	Infrastructuur
Afstandtotwater	1		
Afstandtotbebouwing	1/3	1	
Infrastructuur	1/4	1/3	1

De kaarten van de factoren in de “fuzzy” vorm worden na het kwantificeren van de factoren. Deze bestanden worden afgewogen in de MCA. In de module moet hierna bepaald hoe men de gewichten en de gewichtenset wil aanbrengen. Voor dit onderzoek wordt gekozen voor de paarsgewijze vergelijking, zoals die is weergegeven in figuur 7.4.

Dit onderzoek bevat drie gewichtenset, namelijk de drie scenario's die in hoofdstuk 5 aan

de orde zijn gekomen. Het is de bedoeling om drie kaarten te krijgen, namelijk:

- Een ecologische geschiktheidkaart (scenario 1);
- Een economische geschiktheidkaart (scenario 2);
- Een sociale geschiktheidkaart (scenario 3)

De kaarten worden in de volgende paragraaf weergegeven en besproken. Na het invoeren van de paarsgewijze vergelijking rekent de MCA module de eigenvector uit voor de factoren en wordt de consistency ratio gegeven. Deze termen staan uitgelegd in § 3.2.

Figuur 7.5: Stap 5: Het invoeren van de gewichten

Specify factor weights

Factor name	Factor weight
Afstandtotwatergang	0.3196
afstandtotbebouwing	0.5584
afstandtotinfrastructuur	0.1220

Number of factors: 3

De gewichten die zijn berekend in het vorige gedeelte worden daarna ingevoerd in het scherm van figuur 7.5. Nu zijn de gewichtensets en de gewichten van de vier factoren bekend en ingevoerd in de module.

De MCA module voert nu het gehele proces uit en geeft daarna het resultaat weer.

7.2 De geschiktheidkaarten

In deze paragraaf worden de resultaten in de vorm van geschiktheidkaarten besproken. De geschiktheidkaarten zijn voortgekomen uit de scenario's die opgezet zijn in hoofdstuk 5. De volgende scenario's zijn opgezet:

- Het ecologische scenario
- Het economische scenario
- Het sociale scenario

Aan de hand van de gewichten wordt gekeken welke locaties geschikt zijn en hoeveel geschikte locaties de drietal scenario's bevatten. Tevens wordt een uitspraak gedaan welk scenario als meest geschikt gezien kan worden.

Het programma Idrisi laat zien wel locaties niet geschikt zijn tot welke locaties juist wel geschikt zijn. In Idrisi geldt dat als iets totaal niet geschikt of niet aanwezig is een waarde krijgt van 0, terwijl iets goed geschikt is of aanwezig is een waarde 255 krijgt. De waarde-range loopt van 0-255. De geschiktheidkaarten zijn onderverdeeld in verschillende gebieden van 0 tot 255. Om meer duidelijkheid in de kaarten te brengen is er voor gezorgd dat de waarden-range van Idrisi is geclassificeerd naar een aantal geschiktheidscategorieën.

Iedere geschiktheidkaart ken een vijftal geschiktheidscategorieën, namelijk:

- 0-50 (niet geschikt)
- 50-100 (minder geschikt)
- 100-150 (redelijk geschikt)
- 150-200 (geschikt)
- 200-255 (goed geschikt)

7.2.1 Het ecologische scenario

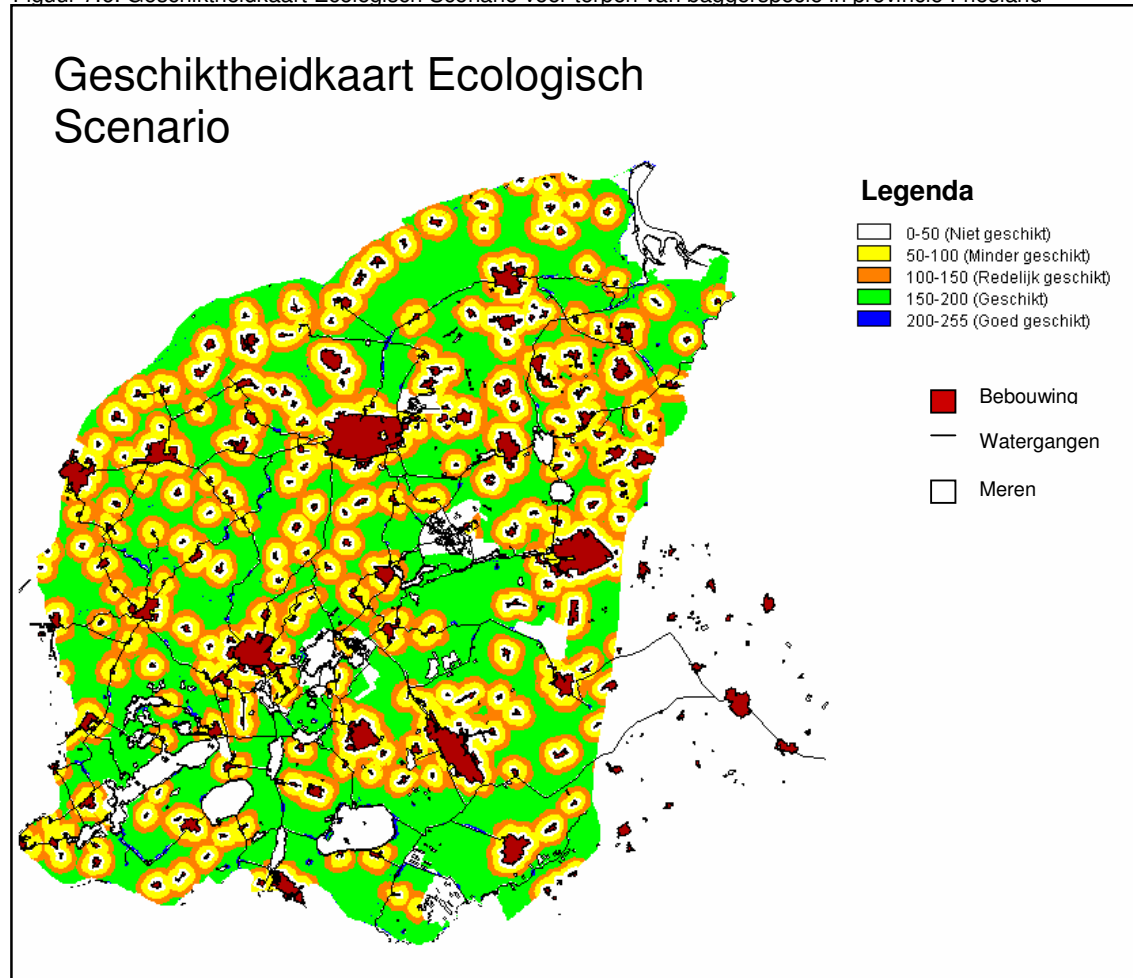
De gewichten die aan het ecologische scenario zijn toegekend, staan hieronder nogmaals weergegeven:

- | | |
|---|------|
| • Watergangen (afstand tot aan watergangen) | 0.14 |
| • Dijkhoogte: | 0.19 |
| • Bebouwing (afstand tot aan bebouwing) | 0.61 |
| • Infrastructuur (afstand tot aan infrastructuur) | 0.06 |

De factor afstand tot de bebouwing kent een ander verloop van de functie dan de andere factoren. Doordat de functie positief is kan er gezegd worden dat de geschiktheid toeneemt bij een toename van de afstand van bebouwing tot aan de terp. In het ecologisch scenario moeten terpen niet dichtbij vestigingen als dorpen en steden liggen. Om dit in het ecologische scenario aan te geven heeft de factor afstand tot aan bebouwing een hoger gewicht gekregen ten opzichte van de andere factoren.

De geschiktheidkaart van het ecologische scenario kent veel gebieden die geschikt tot goed geschikt zijn voor het plaatsen van terpen van baggerspecie.

Figuur 7.6: Geschiktheidskaart Ecologisch Scenario voor terpen van baggerspecie in provincie Friesland



7.2.2 Het economische scenario

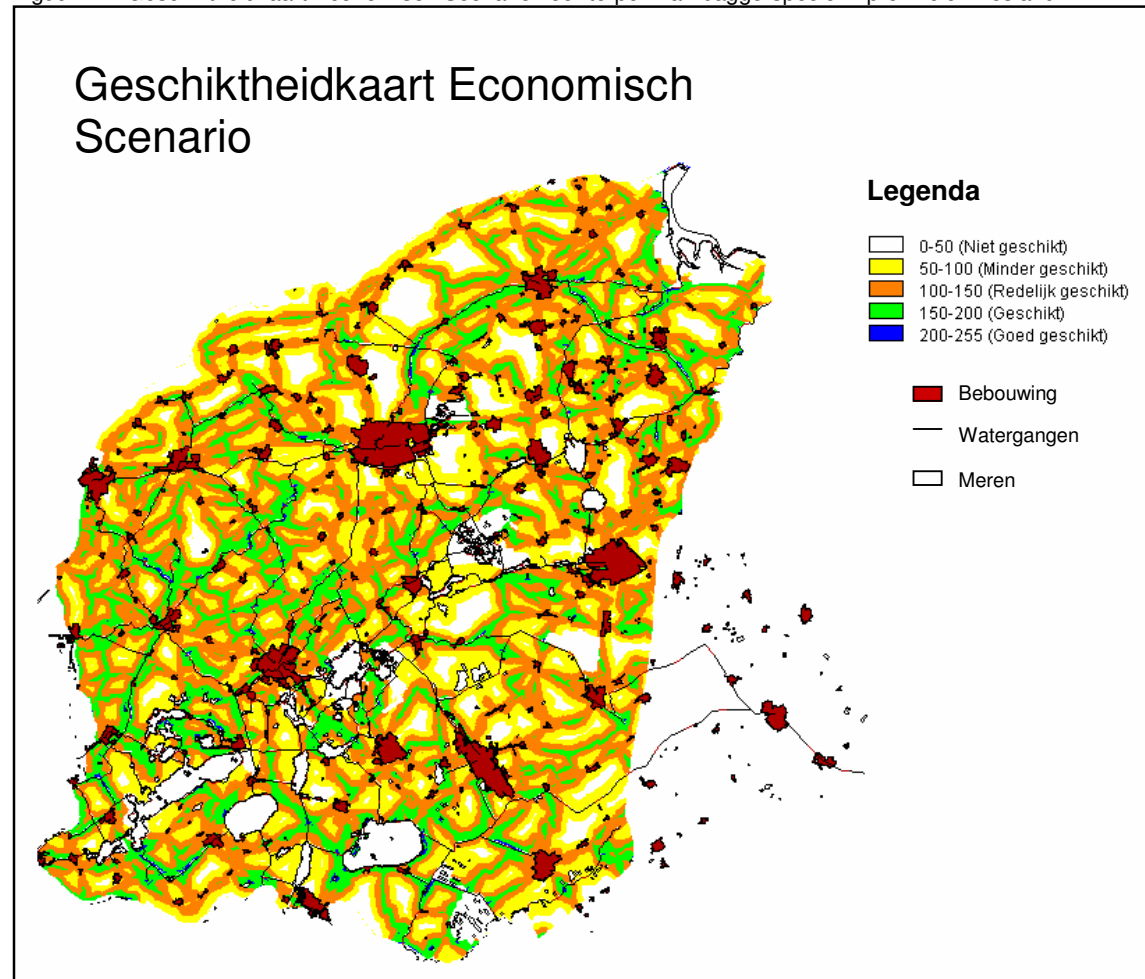
Ten opzichte van het ecologische scenario kent het economische scenario minder geschikte tot goed geschikte locaties. De reden heeft te maken met het hoge gewicht van de factor afstand tot infrastructuur. De gewichten staan hieronder weergegeven:

- Watergangen 0.19
- Dijkhoogte 0.16
- Bebouwing 0.16
- Infrastructuur 0.49

Doordat de factor afstand tot aan infrastructuur het hoogste gewicht heeft en daardoor de meeste prioriteit heeft gekregen, liggen de locaties die als meest geschikt gezien kunnen worden vooral in de buurt van wegen. Tevens heeft de factor afstand tot aan watergangen enig invloed op het eindresultaat.

In tegenstelling tot het ecologische scenario kunnen de meeste gebieden in de provincie Friesland als redelijk geschikt tot geschikt worden gezien.

Figuur 7.7: Geschiktheidskaart Economisch Scenario voor terpen van baggerspecie in provincie Friesland



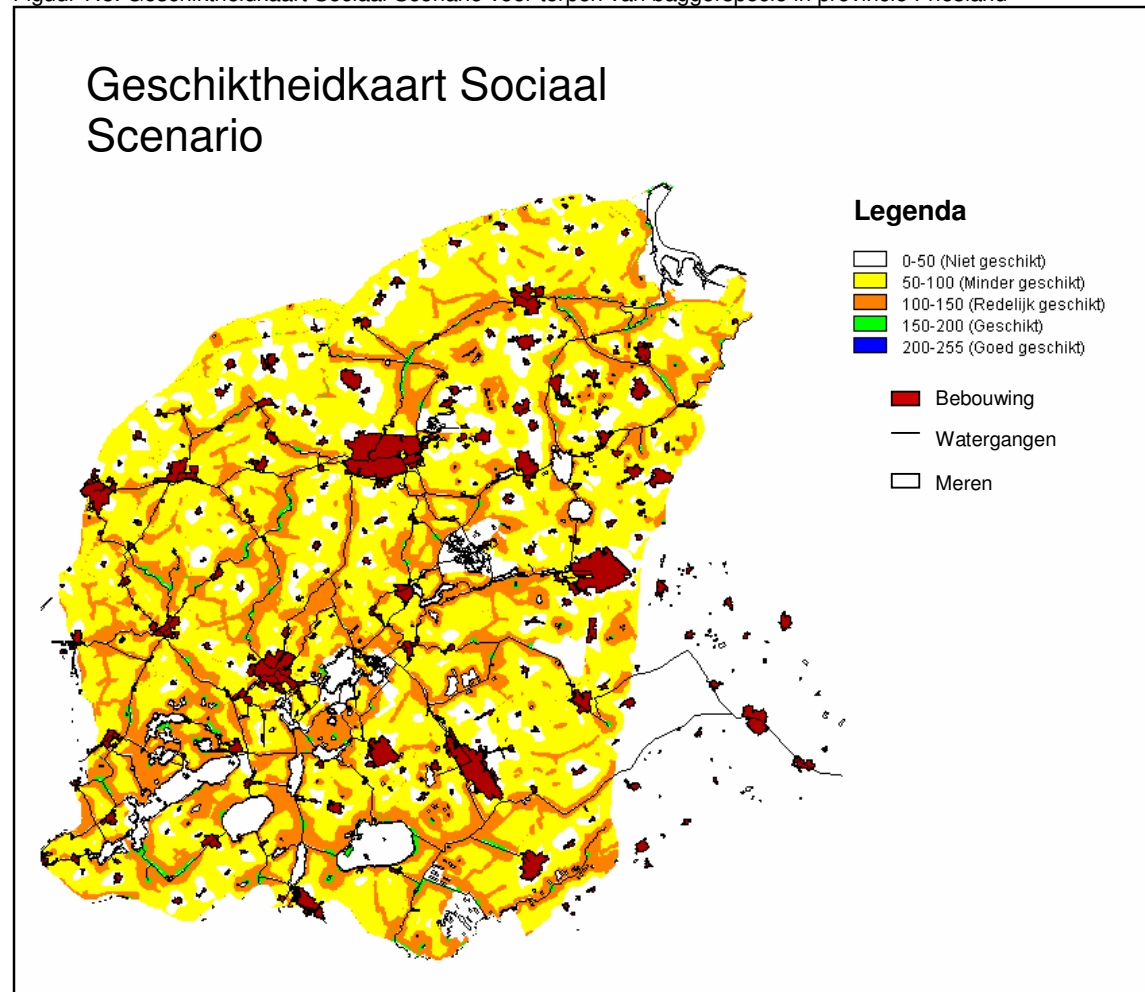
7.2.3 Het sociale scenario

Het resultaat van het sociale scenario is opmerkelijk. Vergeleken met de andere twee scenario's bevat dit scenario bijna geen geschikte locaties en totaal geen goed geschikte locaties. De gewichten voor de factoren van het sociale scenario zijn:

- Watergangen 0.24
- Dijkhoogte 0.34
- Bebouwing 0.24
- Infrastructuur 0.17

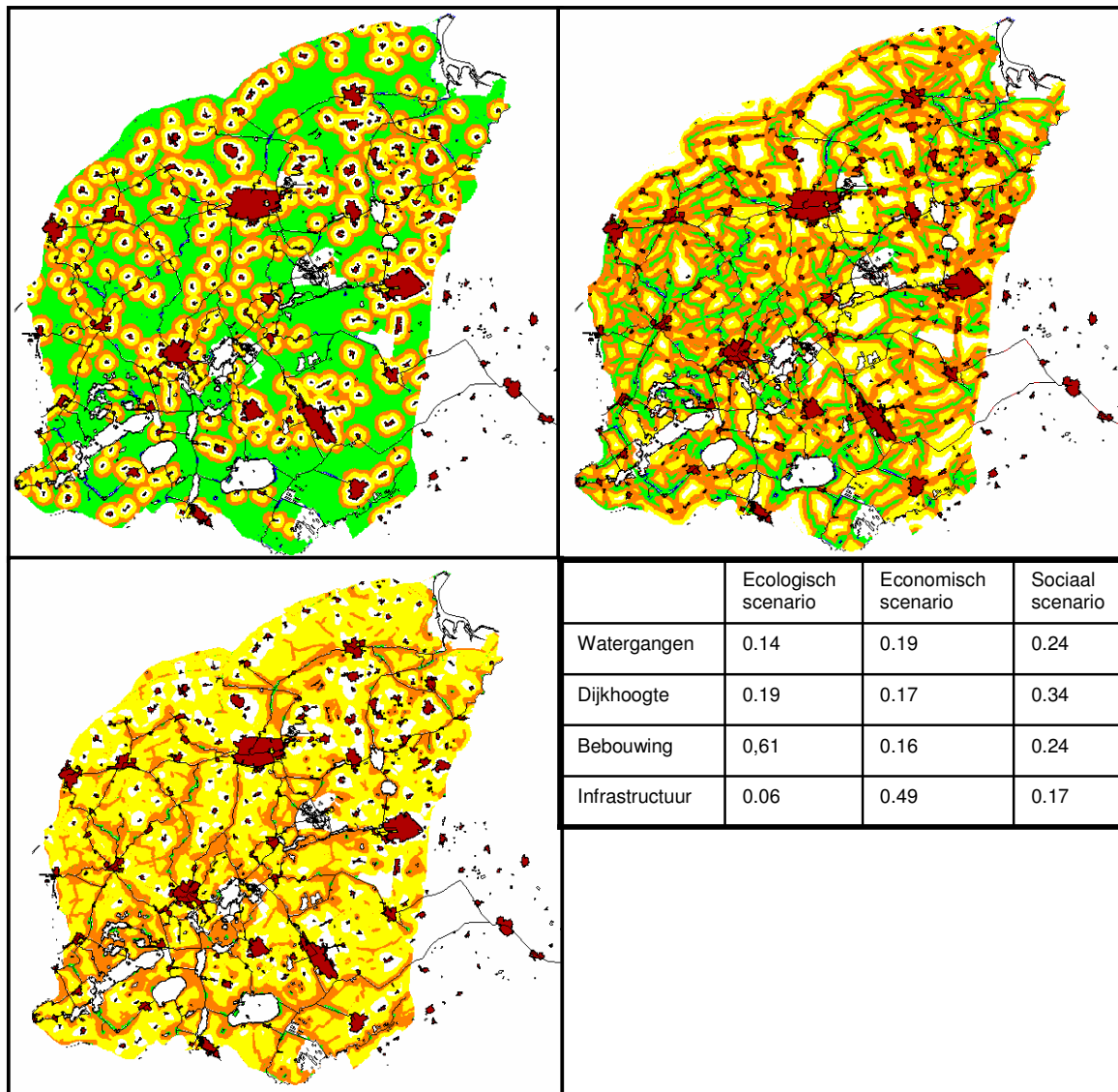
Wat opvalt, is dat de factor dijkhoogte het hoogste gewicht heeft. Figuur 7.7 laat zien dat de geschikte locaties voorkomen aan watergangen die een dijk bevat. Vermoedelijk ligt de dijkhoogte van de dijken van deze gebieden niet tussen de 2,5 en 3,5 meter t.o.v maaiveld, waar door de geschiktheid niet optimaal is. De locaties die in het sociale scenario als geschikt worden gekenmerkt zijn in de andere twee scenario's goed geschikt. Hieruit kan geconcludeerd worden dat de hoogte van de dijken niet optimaal was.

Figuur 7.8: Geschiktheidskaart Sociaal Scenario voor terpen van baggerspecie in provincie Friesland



7.2.4 Conclusies

Wat opvalt is dat een aantal locaties van de goed geschikte locaties overeenkomen met die van het ecologische scenario. Vermoedelijk heeft die te maken met het hoge gewicht voor de factor afstand tot aan bebouwing in het ecologische scenario en voor het hoge gewicht voor de factor Infrastructuur in het economische scenario. Een groot aantal van de locaties liggen namelijk op een grote afstand van bebouwing in de vorm van dorpen en steden en infrastructuur is aanwezig.



Daarnaast zijn al de goed geschikte locaties te vinden in de waterrijke gebieden van de provincie Friesland. Deze gebieden bevatten tevens dijken die vermoedelijk de ideale hoogte hebben voor het plaatsen van terpen.

Het ecologische scenario bevat de meeste locaties die gekenmerkt zijn als geschikt tot goed geschikt. Het economische scenario kent tevens een aantal geschikte tot goed geschikte

locaties. Het sociale scenario heeft geen goed geschikte locaties en geschikte locaties zijn tevens erg beperkt.

De dijkhoogte heeft het hoogste gewicht in het scenario dijkhoogte. De locaties die geschikt zijn in dit scenario liggen allemaal om een watergang met een dijk. Deze locaties komen overeen met de goedgeschikte locaties uit de andere twee scenario's. Er kan dus opgemerkt worden dat de dijkhoogte niet tussen de 2,5 tot 3,5 meter t.o.v maaiveld ligt en daarom niet als optimaal gezien kan worden

8. Betrouwbaarheidsanalyse

Hoofdstuk 8 gaat nader in op de betrouwbaarheid van het onderzoek en op de gevoeligheid van het uitvoeren van de MCA.

Verschillende onderdelen komen aan de orde waar fouten kunnen ontstaan of waar er sprake is van een zekere gevoeligheid dat invloed heeft op de uiteindelijk behaalde resultaten.

De onderdelen die in dit hoofdstuk worden besproken zijn:

- De verschillende criteria en het verzamelen van de daarbij horende datasets (§ 8.1);
- Het kwantificeren van de criteria door middel van het toekennen van scores (§ 8.2);
- Het toekennen van gewichten en het opstellen van de gewichtensets (§ 8.3);
- Het uitvoeren van de MCA (§ 8.4).

Daarna komen § 8.5 de geschiktheidskaarten aan de orde. Er zijn een aantal locaties bezocht die op de geschiktheidskaarten als geschikte locatie worden gezien. Bij het bezoeken van de locaties is gekeken of deze locaties ook daadwerkelijk geschikt zijn voor terpen.

8.1 Criteria

In het onderzoek worden een tiental criteria gebruikt. Hiervan zijn er een vijftal constraints en een vijftal factoren. Hierbij moet vermeld worden dat de factor oriëntatie niet is gebruikt in het onderzoek.

Voor het onderzoeken en vinden van locaties hadden meer soorten criteria gebruikt kunnen worden. Wetgeving is bijvoorbeeld erg beperkt in het onderzoek opgenomen. Alleen de habitat en vogelrichtlijnen zijn meegenomen, terwijl er mogelijk meerdere wetgevingen en richtlijnen voorhanden zijn die invloed hebben op de locatiekeuze voor terpen.

Naast het bepalen van criteria moet er tevens gekeken worden naar de aanwezigheid van bijhorende datasets. Zo is in het onderzoek gebleken dat het criterium oriëntatie geen dataset bevat. Echter is het wel mogelijk om de oriëntatie aan te geven in de kaarten, zodat het criterium wel invloed kan hebben op de uiteindelijke resultaten.

8.2 Kwantificeren van de criteria

De criteria moet gekwantificeerd worden als men ze wil toepassen in een MCA. Het toekennen van scores is voor een groot gedeelte subjectief. Dit is vooral het geval bij het kwantificeren van de factoren.

Om het bovenstaande toe te lichten wordt de factor afstand tot aan watergang hier als voorbeeld genomen. Voor het onderzoek geldt dat terpen zo dicht mogelijk bij watergangen moeten liggen. Vanaf een afstand van 1000 meter is een locatie niet meer geschikt voor een terp. De afstand 1000 meter had ook veranderd kunnen worden in 1500 of 2000 meter. Deze keuzes gaan op voor meerdere factoren.

Door de factoren op meerdere manieren te kwantificeren kan men een uitspraak doen over de afstanden ten opzichte van de locaties die geschikt kunnen zijn voor terpen

8.3 *Het toekennen van gewichten en gewichtensets*

Net als bij het kwantificeren van de criteria is het toekennen van gewichten en gewichtenset vooral subjectief. Het gaat bij het toekennen van gewichten om de prioriteit van de factor. De ene factor heeft meer prioriteit dan de andere factor. Maar hoe bepaal je het gewicht en daarmee de prioriteit van de factor ten opzichte van de andere.

In dit onderzoek zijn een drietal scenario's opgezet. Doordat er meerdere scenario's zijn, zijn er ook meerdere kaarten. Doordat er meerdere resultaten zijn verkregen, kan er een duidelijk beeld worden verkregen van de gewichtensets en de gewichten voor de criteria.

8.4 *Het uitvoeren van de MCA*

Voordat de MCA uitgevoerd kan worden, moeten al de datasets worden bewerkt. De meeste bestanden zijn eenvoudig te bewerken, een uitzondering hierop is de bewerking van het bestand dijkhoogte. Dit bestand bestaat namelijk uit twee verschillende datasets, die qua x en y coördinaten en de resolutie niet overeen komen. Verder was de hoogtekaart ten opzichte van NAP en de dijkhoogte moet ten opzichte van het maaiveld zijn. Om het bestand dijkhoogte uiteindelijk te krijgen, moesten er een groot aantal handelingen plaatsvinden. Deze handelingen zijn gevoelig voor fouten. De kans is groot dat er ergens informatie verloren gaat.

Het uitvoeren van de MCA is via het GIS programma Idrisi. Voordat de MCA kan worden uitgevoerd, moet alle gegevens die van belang zijn in de MCA module worden ingevoerd. Bij het invoeren van gegevens kunnen fouten worden gemaakt. Als er ergens een getal, bijvoorbeeld bij het kwantificeren van de criteria, niet correct wordt ingevoerd, heeft dit al gevolgen voor het uiteindelijke resultaat.

Tijdens het onderzoek zijn er drie scenario's opgezet en ieder scenario is tweemaal uitgevoerd in de MCA, zodat er gecontroleerd kan worden dat de resultaten van ieder scenario gelijk aan elkaar zijn. Op deze manier zijn fouten uit het uitvoeren van de MCA minimaal gebleven.

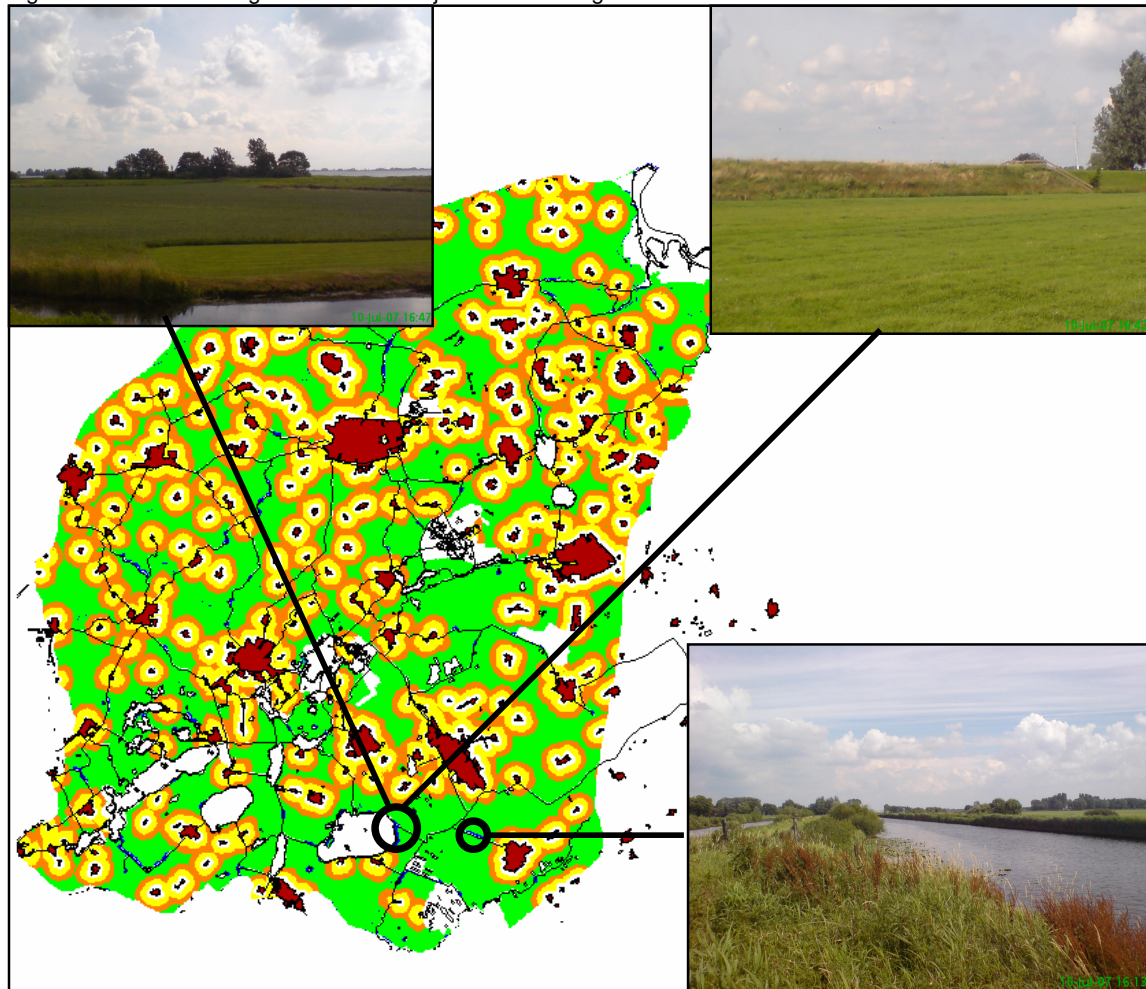
8.5 *De geschiktheidkaarten*

Om uitspraken over de betrouwbaarheid van de ontwikkelde methodiek en de verkregen resultaten te geven, zijn er een aantal locaties uit het ecologische en economische scenario uitgelicht. Deze locaties zijn bezocht om te kunnen bepalen of de locaties overeenstemmen met de resultaten en zodoende daadwerkelijk geschikt zijn voor terpen van baggerspecie.

Het sociale scenario is niet meegenomen, omdat dit scenario vergeleken met de andere scenario's bijna geen geschikte locaties bevat. Er zijn tevens geen goed geschikte locaties te lokaliseren in het sociale scenario.

Het ecologische scenario bevat veel geschikte locaties. Daarnaast zijn er ook een aantal goed geschikte locaties te vinden. Deze locaties zijn bezocht. Figuur 8.1 geeft een drietal locaties weer in zuid Friesland. De drie locaties, twee locaties gelegen aan het Tjeukermeer in de buurt van Heerenveen en een locatie aan de Schipsloot in de buurt van het dorp Wolvega bevatten water (in de vorm van een meer en een kanaal) en dijken. Er is infrastructuur in de buurt en bebouwing is niet meteen in de nabije omgeving aanwezig.

Figuur 8.1: Locaties die geschikt kunnen zijn van het ecologische scenario

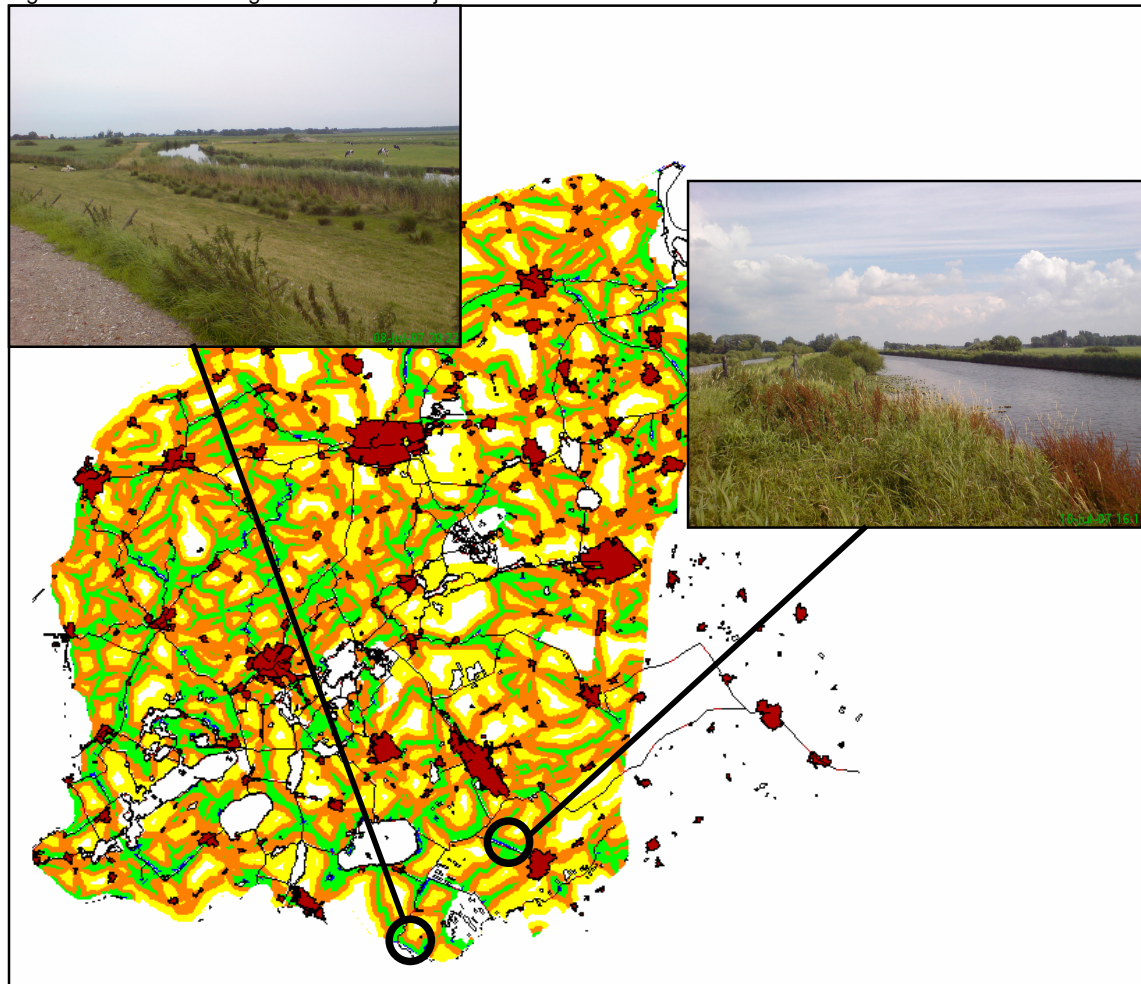


Het economische scenario daarentegen kent minder geschikte en goed geschikte locaties. Een groot aantal van de goed geschikte locaties komt overeen met de locaties van het ecologische scenario.

Tevens deze keer is de Schipsloot in de buurt van Wolvega meegenomen. Deze locatie blijkt ook goed geschikt te zijn voor terpen van baggerspecie in het economische scenario. Vermoedelijk komt dit doordat al de factoren optimaal zijn en dat het Wolvega op een niet te grote afstand ligt.

Verder is een locatie bezocht die helemaal in het zuiden van de provincie ligt, tegen de grens van de provincie Overijssel. De locatie bevat een niet al te brede watergang en een dijk (een oude Zuiderzeedijk). Er loopt een weg over de dijk. Het dorpje Kuindre in Overijssel ligt in de buurt van de locaties.

Figuur 8.2: Locaties die geschikt kunnen zijn van het economische scenario



Een aantal goed geschikte locaties zijn bezocht om de betrouwbaarheid van de methodiek te onderzoeken. De goed geschikte locaties komen overeen met de werkelijke situatie. De locaties die bezocht zijn, kunnen als geschikt worden gezien voor het plaatsen van terpen van baggerspecie.

Echter om tot een betere betrouwbaarheid te komen, hadden er ook een aantal niet geschikte locaties bezocht moeten worden. Er kan nu niets gezegd worden over deze locaties en daardoor dus ook geen goede uitspraak over de betrouwbaarheid van de

resultaten. Doordat de goed geschikte locaties wel overeen komen wordt er vanuit gegaan dat de resultaten betrouwbaar zijn. Zodoende dat de resultaten betrouwbaar zijn, kan er ook worden uitgegaan dat de methodiek die in bijlage 1 is opgenomen betrouwbaar is. Hierbij moet wel vermeld worden dat de methodiek betrouwbaar is voor de provincie Friesland. De methodiek is niet toegepast op de andere provincies van Nederland. Er kunnen daardoor ook geen uitspraken gedaan worden over geschikte locaties voor terpen van baggerspecie.

Wil men geschikte locaties in de andere provincies onderzoeken dan moet men de criteria en de bijhorende datasets voor deze provincies in de MCA implementeren. Het is mogelijk dat er criteria afvallen en andere criteria opgenomen moeten worden.

9. Conclusie en discussie

Hoofdstuk 9 bevat de conclusies van het onderzoek. Naast het beantwoorden van de onderzoeksvragen wordt er vooral gekeken naar de realisatie van het doel van het onderzoek. De methodiek die is ontwikkeld moet toepasbaar zijn en moet geschikte resultaten geven.

Daarnaast komen er een aantal discussiepunten aan de orde en worden er aanbevelingen en eventuele verbeteringspunten gegeven.

9.1 Conclusie en discussie

Het doel van het afstudeeronderzoek is het ontwikkelen van een methodiek voor het bepalen en vinden van geschikte locaties voor terpen van baggerspecie. De reden van het onderzoek is dat er nog geen methodiek voor handen is om locaties te kunnen vinden.

Naast het formuleren van een doelstelling zijn er tevens een aantal onderzoeksvragen opgesteld. De volgende onderzoeksvragen zijn relevant voor het onderzoek:

- Welke criteria moeten er worden gehanteerd voor het selecteren van geschikte locaties?
- Het kwantificeren van de verschillende criteria?
- Op wat voor manier worden de criteria onderling afgewogen?
- Welke data zijn nodig om de geschiktheidkaart te maken?
- Op welke manier kan de data worden verkregen?
- Hoe betrouwbaar is de ontwikkelde methodiek?

9.1.1 Conclusie

Door al de stappen door te lopen en de handelingen te treffen die in de methodiek zijn opgenomen (zie bijlage 1) kunnen de resultaten die weergegeven zijn in hoofdstuk 7 worden verkregen. De methodiek is bruikbaar voor het vinden van locaties met verschillende geschiktheden voor terpen van baggerspecie.

De methodiek is toepasbaar voor de provincie Friesland. De criteria en dergelijke zijn gebaseerd op de provincie. Voor de andere provincies in Nederland kunnen geen uitspraken worden gedaan. Het is echter mogelijk dat de methodiek tevens toepasbaar is voor de andere provincies.

9.1.2 Onderzoeksvragen

De onderzoeksvragen worden hieronder beantwoord:

1. Welke criteria moeten er worden gehanteerd voor het selecteren van geschikte locaties?

Er zijn verschillende soorten criteria gebruikt voor het locatie onderzoek. De verschillende criteria zijn weergegeven en besproken in hoofdstuk 4.

2. Het kwantificeren van de verschillende criteria?

De criteria zijn opgesplitst in twee soorten, namelijk constraints en factoren. De constraints zijn vrij eenvoudig, omdat ze maar twee mogelijkheden bieden. Daarnaast zijn de factoren complexer van aard. De factoren zijn gekwantificeerd doormiddel van het opstellen van een formule.

3. Op wat voor manier worden de criteria onderling afgewogen?

De criteria zijn onderling afgewogen in de MCA module van het GIS programma Idrisi. Voordat de criteria in de MCA zijn toegepast, zijn de criteria eerst gekwantificeerd en daarna door middel van een paarsgewijze vergelijking in een gewichtenset afgewogen. Aan de hand van de paarswijze vergelijking zijn de verschillende criteria voorzien van een gewicht.

4. Welke data zijn nodig om de geschiktheidkaart te maken?

Voor iedere criterium die in dit onderzoek is gebruikt, is een bijhorende dataset gevonden. Deze datasets zijn omgezet in Idrisi en daarna toegepast in de MCA.

5. Op welke manier kan de data worden verkregen?

De data zijn op verschillende manier verkregen. De meeste datasets zijn verkregen bij het Van Hall Instituut. De overige data die van belang waren zijn verkregen bij andere instanties zoals Rijkswaterstaat en de provincie Friesland.

6. Hoe betrouwbaar is de ontwikkelde methodiek?

Er zijn een aantal locaties bezocht die volgens de MCA als goed geschikt gezien kunnen worden. Er is op de locatie naar gekeken hoe de situatie van de locatie is en of de situatie als goed geschikt kan worden gezien. Met andere woorden, bevatten de locaties dijken (met een bepaalde hoogte), liggen de locaties niet te dicht bij dorpen of steden en is er infrastructuur aanwezig in de nabijheid van de locaties.

Aan de hand van deze locatiebezoeken is naar voren gekomen dat de locaties wel voldoen aan de resultaten van de MCA. Kortom de locaties kunnen wel als geschikt worden gezien voor het plaatsen van terpen van baggerspecie.

Een punt van kritiek is echter dat de locaties die niet geschikt zijn niet zijn bezocht. Hierdoor is er maar een beperkt betrouwbaarheidsanalyse uitgevoerd.

9.1.3 Discussie

Tijdens het ontwikkelen van de methodiek en het volgen van de stappen om het onderzoek uit te voeren zijn verschillende knelpunten ontstaan.

Er zijn slechts een beperkt aantal criteria in het onderzoek toegepast. Een aantal criteria zijn afgefallen, omdat hiervoor geen datasets voor aanwezig waren. Voorbeelden hiervan zijn de criteria flora en fauna en oriëntatie. Het criterium flora en fauna is helemaal uit het onderzoek weggelaten. Enerzijds doordat er geen dataset voor aanwezig is, anderzijds omdat de habitat en vogelrichtlijnen al in het onderzoek zijn gebruikt. Deze richtlijnen zijn opgenomen in de flora en faunawetgeving. Het criterium oriëntatie bevat tevens geen dataset. Het is echter wel mogelijk om het criterium in het onderzoek toe te passen. In Idrisi is het mogelijk

om oriëntatie door te voeren, zodat een richting (bijvoorbeeld het noordelijke van een dijk) meer prioriteit krijgt. Uiteindelijk is oriëntatie uit het onderzoek gelaten, vanwege het tijdgebrek.

Een ander knelpunt is de dataset/bestand dijkhoogte. Er is veel tijd besteedt aan het vinden van een geschikte dataset dijkhoogte, maar zonder resultaat. Doordat hier veel tijd aan verloren is, is er uiteindelijk besloten om de twee datasets dijken en hoogte te combineren tot een dataset. Doordat deze twee datasets qua afmetingen (referenties, resolutie, enz) niet overeenkwamen en er problemen waren met het ontwikkelen van de dataset is er naast tijdverlies tevens de betrouwbaarheid van de resultaten aangetast. Er kan namelijk niet met zekerheid gezegd worden dat de dataset voor 100 procent de juiste dijkhoogte aangeeft.

Andere kritische punten zijn het kwantificeren en het geven van gewichten voor een groot onderdeel een subjectieve activiteit. De waarden van de scores en gewichten is bij niemand hetzelfde. De waarden zullen bij verschillende personen verschillen.

9.2 *Verbeteringen en aanbevelingen*

Op een klein aantal onderdelen kunnen verbeteringen worden getroffen. Zo kan er de volgende keer dat het onderzoek wordt uitgevoerd meerdere criteria mee worden genomen. Op deze manier wordt het onderzoek wel complexer, maar tevens veel uitgebreider wat invloed heeft op het resultaat.

De dataset dijkhoogte moet op een andere manier worden verkregen. Het zou ideaal zijn om een dataset te vinden die de dijkhoogten van Friesland of zelfs geheel Nederland bevat. Als dit niet mogelijk is, kan er altijd gekeken worden naar datasets met dijken en/of hoogten die beter overeen komen en zo eenvoudiger gecombineerd kunnen worden tot een dataset.

Bij het opzetten van de gewichtensets en gewichten kan de volgende keer gekozen worden voor een andere aanpak. Er is al eerder vermeld dat het toekennen van gewichten erg subjectief is. Als men het toekennen van gewichten door meerdere personen laat doen kan men een betere kijk krijgen op de criteria en de onderlinge gewichten. Personen die kennis hebben op gebied van baggerspecie, ruimtelijke ontwikkelingen, enzovoort moeten een gewichtenset creëren. Wat zal opvallen is dat ieder andere prioriteiten stelt.

Literatuurlijst

Documenten

- Dijkshoorn, J & Hofman, H (juli 2006); Transparantie wetgeving baggerspecieterpen; Hogeschool Van Hall Larenstein
- Ronald Eastman, J. (april 2006); IDRISI Andes, Guide to GIS and Image processing, Clark University

Internet

- <http://www.waterinnovatiebron.nl>, september 2006
- http://www.rijkswaterstaat.nl/rws/projects/akwa/html/domeinen/index_domein.html, oktober 2006
- http://www.ruimtevoorderivier.nl/index.asp?p_id=306&nws_id=348, februari 2007
- <http://nl.wikipedia.org/wiki/Buitendijks>, februari 2007

Woordenlijst

De woordenlijst bevat de termen die in het verslag regelmatig aan de orde komen of van belang zijn voor het begrijpen van de tekst. De termen zijn opgenomen in alfabetische volgorde.

Constraints Een constraint is een criterium dat twee mogelijkheden geeft.

Bijvoorbeeld:

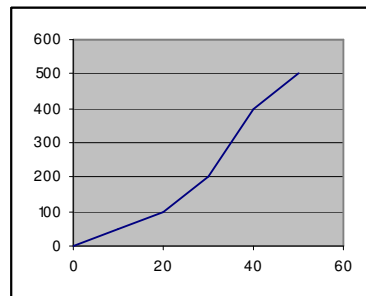
Mogelijkheid 1: geschikt;

Mogelijkheid 2: niet geschikt.

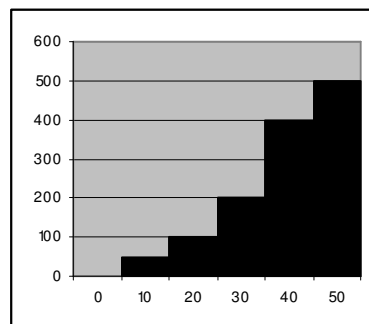
Dit wordt ook wel “Boolean” genoemd. Een term die in de wiskunde en tevens in het GIS voorkomt

Criteria Een criterium wordt omschreven als een (beslissend) kenmerk, als toets of als maatstaf

Continue Continue kan worden omschreven als onafgebroken. Aan de hand van het volgende voorbeeld kan meer duidelijkheid worden over de term continue.



Discreet Discreet kan omschreven worden als “niet continu”, kortom niet vloeiend. Het volgende voorbeeld geeft dit duidelijk weer.



Distance Met de functie distance kan men Idrisi de factor afstand in de bestanden zetten

Factoren Een factor wordt omschreven als een object die een relatie heeft met een ander object. Deze twee objecten zijn afhankelijk van elkaar. Een voorbeeld is:

De geschiktheid van een locatie ten opzichte van de afstand van bebouwing. Hoe verder de bebouwing van een locatie afstaat, des te meer is de locatie geschikt. Hierin zijn meerdere mogelijkheden te onderscheiden.

Mogelijkheid 1	goed geschikt;
Mogelijkheid 2	geschikt;
Mogelijkheid 3	redelijk geschikt;
Mogelijkheid 4	minder geschikt;
Enzovoort.	

Een factor wordt ook wel parameter genoemd. Daarnaast kan een factor een continu of discreet verloop hebben.

Geschiktheidkaart	De geschiktheidkaart is een kaart van een scenario dat de geschiktheid van de verschillende locaties aangeeft.
Gewicht	Een waarde voor een criterium. Deze waarde geeft de prioriteit van het criterium aan.
Gewichtenset	Het onderling afwegen van verschillende factoren. Factoren met een hoge prioriteit krijgen een hoger gewicht dan factoren met een lagere prioriteit. Via een vergelijking kunnen de factoren met elkaar gewogen worden en krijgen de criteria een gewicht.
Idrisi	Idrisi is een Gis programma net als Arcview en Arc-Gis.
Overlay	Het over elkaar heen leggen van twee (verschillende) datasets, zodat de gegevens van de ene dataset in de andere dataset geplaatst worden. Onder de module overlay zijn verschillende opties mogelijk.
Reclass	Reclass is de functie voor het herclassificeren van een dataset. De waarden die in de dataset zijn opgenomen worden door de functie reclass gegeneraliseerd.

Bijvoorbeeld de volgende waarden zijn aanwezig:

- 0-10
- 10-20
- 20-30
- 30-40
- 40-50
- 50-60
- 60-70
- 70-80
- 80-90
- 90-100

Deze waarden worden geherclassificeerd naar de volgende waarden reeks

- 0-25
- 25-50

- 50-75
- 75-100

Scores	Het kwantificeren van een criterium doormiddel van het geven van scores aan de mogelijkheden die het criterium bevat.
Scenario	Een scenario is een situatie die verkregen kan worden met een gewichtenset. Met verschillende gewichtensets verkrijgt men verschillende scenario's. In dit onderzoek zijn de ecologische, economische en sociale scenario opgesteld.
Shapefile	Een shapefile is de extensie van een bestand die worden toegepast in het Gis programma Arcview

Inhoudsopgave bijlagen

1. Methodiek/stappenplan
2. Stappenplan onderzoek
3. De geschiktheidkaarten
4. Window, contract en expand

Bijlage 1. Methodiek/stappenplan

Bijlage 1 beschrijft de methodiek die ontwikkeld is voor het vinden van geschikte locaties voor terpen van baggerspecie. Het is de bedoeling dat de methodiek los van het rapport uitgevoerd kan worden en zo tevens de gewenste resultaten in de vorm van geschiktheidskaarten behaald. Er wordt wel naar het rapport verwezen en de onderdelen die in het rapport zijn behandeld zullen regelmatig naar voren komen. Deze verwijzingen zijn cursief in de bijlage opgenomen.

Methodiek

1. Het Selecteren van de criteria. Welke criteria zijn van belang voor het afwegen van de locatiebepaling voor terpen van baggerspecie?
2. Het beschrijven van de criteria. Wat zijn de beweegredenen om de criteria te gebruiken in het onderzoek.
3. Als er gekozen wordt om de MCA uit te voeren in een GIS programma, dan moet voor elk criterium een dataset worden geregeld. Er moet gekeken worden of voor elk criterium daadwerkelijk wel een dataset aanwezig is.
4. Als er voor een criterium geen dataset aanwezig is, dan kan er voor gekozen worden om een ander criterium op te stellen. Tevens is het mogelijk om het onderzoek uit te voeren met een criterium minder. Een groot aantal criteria toepassen in een onderzoek geeft meestal een beter resultaat, maar kan ook beperkingen hebben. Teveel criteria kan er toe leiden dat het onderzoek te chaotisch wordt.
5. De verschillende criteria moeten worden opgesplitst in constraints en factoren.

De volgende criteria zijn toegepast in het onderzoek:

○ <i>Dijkringgebieden</i>	<i>Constraint</i>
○ <i>Water</i>	<i>Constraint</i>
○ <i>Bebouwing</i>	<i>Constraint</i>
○ <i>Vogelrichtlijnen</i>	<i>Constraint</i>
○ <i>Habitatrichtlijnen</i>	<i>Constraint</i>
○ <i>Afstand tot aan watergang</i>	<i>Factor</i>
○ <i>Dijkhoogte (hoogte van dijk tot aan maaiveld)</i>	<i>Factor</i>
○ <i>Afstand tot aan bebouwing</i>	<i>Factor</i>
○ <i>Afstand infrastructuur</i>	<i>Factor</i>
○ <i>Oriëntatie (Oriëntatie van de terp aan dijk)</i>	<i>Factor</i>

6. Nadat er duidelijkheid is verkregen in welke criteria meegenomen gaan worden in de MCA moeten de criteria worden gekwantificeerd. Door middel van het toekennen van scores kunnen de verschillende datasets worden gekwantificeerd.

De constraints krijgen een score 0 en 1 In de gevallen van de constraints dijkringgebieden en water houdt dit het volgende in:

- Score 0 niet aanwezig niet geschikt
- Score 1 aanwezig wel geschikt

Voor de andere constraints (bebouwing, habitatrichtlijnen en vogelrichtlijnen) geldt dat:

- Score 0 niet aanwezig geschikt
- Score 1 aanwezig niet geschikt

Het kwantificeren van de factoren gebeurt door middel van het opstellen van formules.

Bijvoorbeeld:

De geschiktheid van een locatie ten opzichte van de afstand van de terp tot aan een watergang. Hiervoor is de volgende formule opgesteld voor het domein 0 t/m 1000 meter.

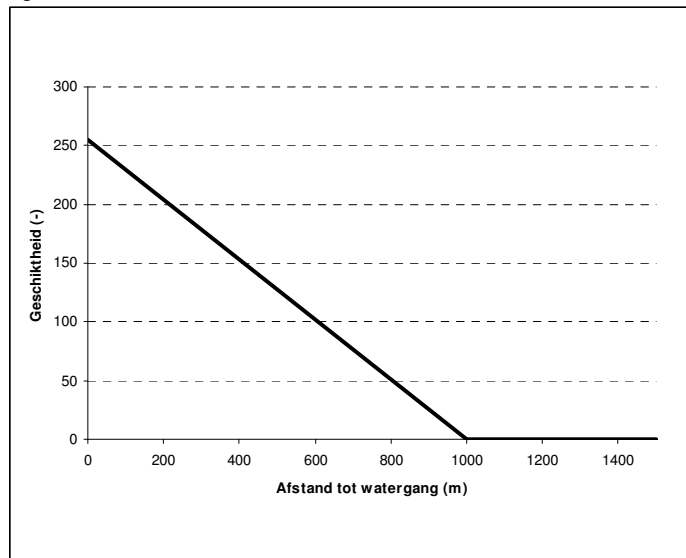
$$y = -0.255x + 255 \quad (\text{voor } 0 < x \leq 1000 \text{ meter})$$

Voor het tweede domein geldt dat na 1000 meter de geschiktheid 0 is, dus geldt dat:

$$y = 0 \quad (\text{voor } x \geq 1000 \text{ meter})$$

De formules zijn verwerkt in de onderstaande grafiek.

Figuur 1



Voor iedere factor moet een formule worden opgesteld die dan uiteindelijk in de MCA Module moet worden ingevoerd.

7. Na het kwantificeren van de criteria worden er gewichten aan de criteria gegeven. Met het gewicht wordt de prioriteit van het criterium bepaald. Vaak geldt dat hoe hoger de waarde van het gewicht, hoe hoger de prioriteit of relevantie van het criterium.

8. Aan de hand van het gewichten worden er gewichtensets gemaakt. Een gewichtenset wordt in dit onderzoek een scenario genoemd. De gewichten zijn op de paarsgewijze vergelijking verkregen.

Hieronder volgt het voorbeeld dat in het onderzoek is toegepast.

Tabel 1

Criteria	Watergangen	Dijkhoogte	Bebouwing	Infrastructuur	Oriëntatie
<i>Watergangen</i>	x	1/2	2	3	4
<i>Dijkhoogte</i>	2	x	2	3	4
<i>Bebouwing</i>	1/2	1/2	x	1	2
<i>Infrastructuur</i>	1/3	1/3	1	x	2
<i>Oriëntatie</i>	1/4	1/4	1/2	1/2	x

De ene helft van de tabel moet samen met de andere kant van de tabel op precies "1" uitkomen (Dijkhoogte $2 \times 1/2 = 1$). Daarnaast staan de "x" voor het getal "1", want als je dezelfde factoren van elkaar deelt moet je "1" krijgen.

Als alle waarden van de eerste kolom bij elkaar wordt opgeteld krijgt men de waarde van:

$$4.08 \quad (1.00 + 2.00 + 0.50 + 0.33 + 0.25)$$

Daarna moet iedere waarde uit de eerste kolom door 4.08 worden gedeeld. Men krijgt dan de volgende waarden:

- *Watergangen* 0.2813
- *Dijkhoogte* 0.3734
- *Bebouwing* 0.1467
- *Infrastructuur* 0.1252
- *Oriëntatie* 0.0734

9. Men kan er voor kiezen om meerdere gewichtensets en zo meerdere scenario's in het onderzoek mee te nemen. Op deze manier krijgt men meerdere geschiktheidkaarten met locaties met verschillende geschiktheidklassen. Er kan dan gekeken worden welke scenario het beste voldoet en welke gewichten het beste gehanteerd kunnen worden. Tevens bevordert dit de betrouwbaarheid van de methodiek, omdat er nu meerdere mogelijkheden worden gegeven.

Dit onderzoek bevat een drietal scenario's, namelijk:

- *Een ecologisch scenario*
- *Een economisch scenario*
- *Een sociaal scenario*

10. De MCA wordt voor dit onderzoek uitgevoerd in een GIS programma. Er zijn meerdere GIS programma's beschikbaar. Voorbeelden van GIS programma's zijn:

- Idrisi
- Arcview
- Arc GIS
- enz

11. Er is gekozen om de MCA uit te voeren in Idrisi. De reden hiervoor is dat Idrisi een MCA module bevat, waarin vrij eenvoudig de MCA kan worden uitgevoerd. De

andere programma's bevatten geen speciale module. Het is wel mogelijk om de MCA in deze programma's uit te voeren, maar dan moet men zelf een toepassing aanmaken. Het zelf opzetten van een MCA module was voor dit onderzoek niet haalbaar, omdat het teveel tijd zou gaan kosten.

12. Doordat er gekozen is om de MCA in een GIS programma uit te voeren, moet er bepaald worden in welke resolutie (of rastergrootte) de bestanden en uiteindelijke resultaten moeten worden afgebeeld. Voor dit onderzoek is gekozen om de rastergrootte aan te nemen van 50 bij 50 meter. De reden hiervoor is te vinden in het rapport in hoofdstuk 6, § 6.3.
13. De datasets die zijn verkregen bij verschillende instanties zijn vaak in de extensie shapefile. De shapefile wordt gehanteerd in Arc View en Arc GIS. Idrisi werkt niet met deze extensie, maar met het rasterformaat. Omdat er gekozen is om de MCA uit te voeren in Idrisi moeten de shapefiles worden omgezet naar rasterformaat.
14. De shapefiles kunnen niet meteen worden omgezet in rasterformaat. De shapefiles worden geïmporteerd in Idrisi door van de shapefiles eerst een vectorbestand te maken. Deze vectorbestanden kunnen in Idrisi weer worden omgezet in rasterformaat.

Er moet tevens rekening gehouden worden met de referenties (x en y coördinaten) en resolutie van de bestanden. Niet alle bestanden zijn even groot of hebben dezelfde resolutie.

15. Als de bestanden zijn omgezet naar rasterformaat dan moeten ze nog bewerkt worden, zodat ze kunnen worden toegepast in de MCA. Er zijn verschillende functies om de bestanden te bewerken.

Functies die zijn toegepast worden hieronder opgenoemd:

- Reclass
- Overlay
- Distance

Reclass is de functie voor het herclassificeren van een dataset. Als een kaart uit veel verschillende klassen bestaat, kunnen deze klassen worden samengevoegd, of te wel gegeneraliseerd. Deze functie moet worden toegepast voor de meeste bestanden.

Het combineren van twee verschillende datasets wordt toegepast met de functie overlay. Overlay is bijvoorbeeld toegepast voor de bestanden watergangen en dijkhoogte.

Verder moet de functie distance veel worden toegepast. Met deze functie kan men de afstand in de bestanden krijgen. Dit moet vooral worden uitgevoerd bij de bestanden waarbij afstand een rol speelt, zoals, de bestanden afstand tot watergang, afstand tot aan bebouwing en afstand tot aan infrastructuur.

De volgende handelingen zijn uitgevoerd voor het onderzoek. In hoofdstuk 6 van het rapport staat beschreven op welke manier ieder criterium is bewerkt, en hoe de verschillende functies moeten worden uitgevoerd.

Tabel 2

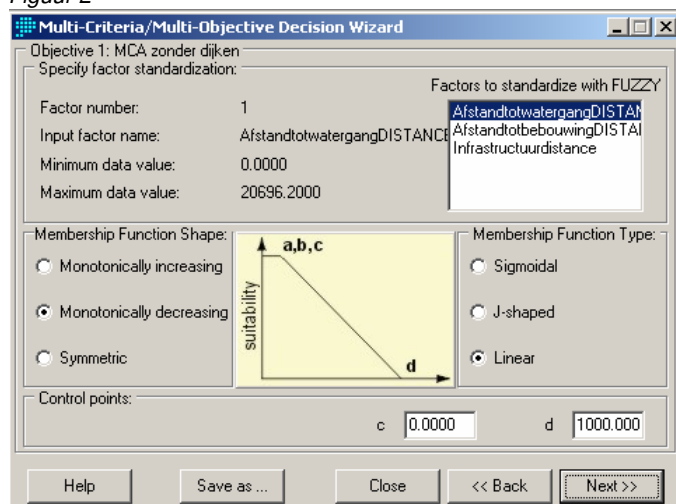
Criterium		Functies (handelingen)					
		Importeren naar Idrisi	Vector - raster	Reclass	Overlay	Distance	Fuzzy
Costraints	Dijkringhoogte	x	x	x			
	Bebouwing	x	x	x			
	Water	x	x	x	x		
	Habitatrichtlijnen	x	x	x			
	Vogelrichtlijnen	x	x	x			
Factoren	Afstand tot bebouwing	x	x	x		x	x
	Afstand tot watergang	x	x	x	x	x	x
	Dijkhoogte	x	x	x	x		x
	Afstand tot infrastructuur	x	x	x		x	x

16. Nadat alle criteria zijn bewerkt, kan men de MCA uit voeren. De MCA module in Idrisi is uitgebreid. Eerst moeten de constraints worden ingevoerd. Daarna moeten de factoren worden ingevoerd.
17. Als de criteria zijn onderverdeeld en ingevoerd in de MCA module dan moeten de scores worden ingevoerd.

Tijdens het kwantificeren van de factoren zijn aan de factoren formules verbonden die het verloop moeten laten zien van het object ten opzichte van de geschiktheid. Deze formules worden in de module ingevoerd doormiddel van controlepunten.

Bijvoorbeeld voor de dataset afstand tot aan watergang:

Figuur 2



De controlepunten zijn bij deze dataset 0 en 1000. Dit komt op het volgende neer: Bij een afstand van 0 meter is de geschiktheid optimaal en bij een afstand gelijk aan of groter dan 1000 is de geschiktheid gelijk aan 0.

18. Na het kwantificeren van de factoren worden er al voor ieder factor een kaart gepresenteerd.
19. Daarna moeten de gewichten worden ingevoerd in de MCA module. Voor dit onderzoek is gekozen voor de paarsgewijze vergelijking. Met de paarsgewijze vergelijking wordt de eigenvector van de gewichtenset en daarmee de gewichten voor de factoren. Deze gewichten worden tevens in de module gevoerd.
20. Nadat alle gegevens zijn ingevoerd, is het tijd om de MCA te laten lopen en wordt uiteindelijk het resultaat gepresenteerd.
21. Voor ieder scenario moet een MCA worden uitgevoerd. De MCA module moet in ieder geval driemaal worden doorlopen om de drie scenario's te krijgen. Om fouten te voorkomen en de betrouwbaarheid te verhogen is het handig om voor ieder scenario de MCA tweemaal uit te voeren, zodat in totaal de MCA module zesmaal moet worden doorlopen.
22. Nu heeft men drie resultaten in de vorm van een geschiktheidskaart. Voor ieder scenario namelijk een geschiktheidskaart. Deze kaarten bevatten de provincie Friesland met locaties van verschillende geschiktheden. De geschiktheidskaarten moeten worden geherclassificeerd om duidelijkheid aan te brengen in de geschiktheid door middel van geschiktheidsniveaus of geschiktheidsklassen.

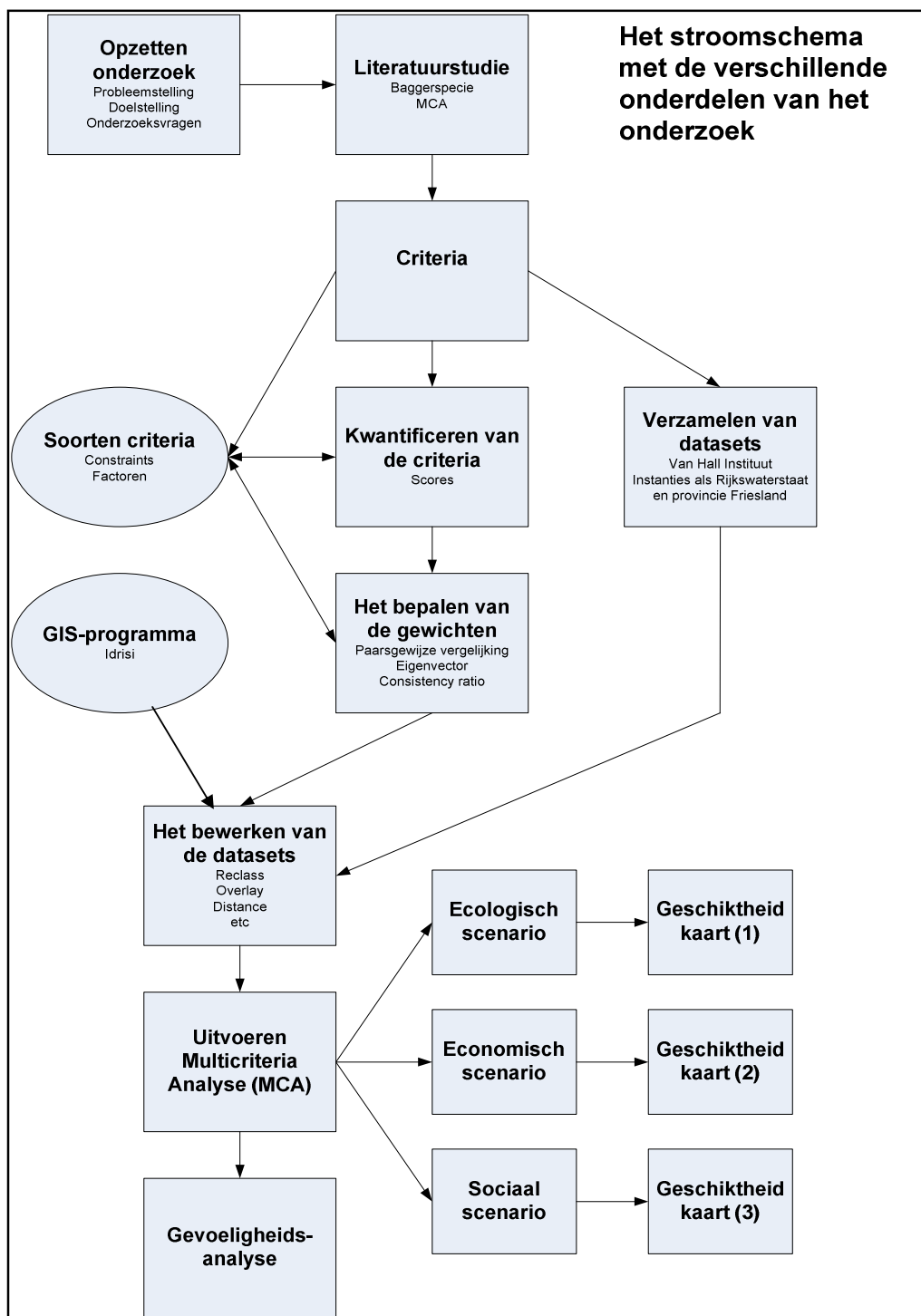
Voor dit onderzoek is gekozen om vijf geschiktheidsklassen aan te brengen, namelijk:

- 0-50 (niet geschikt)
- 50-100 (minder/slecht geschikt)
- 100-150 (redelijk geschikt)
- 150-200 (geschikt)
- 200-255 (goed geschikt)

De waarden-range van het programma Idrisi loopt van 0-255.

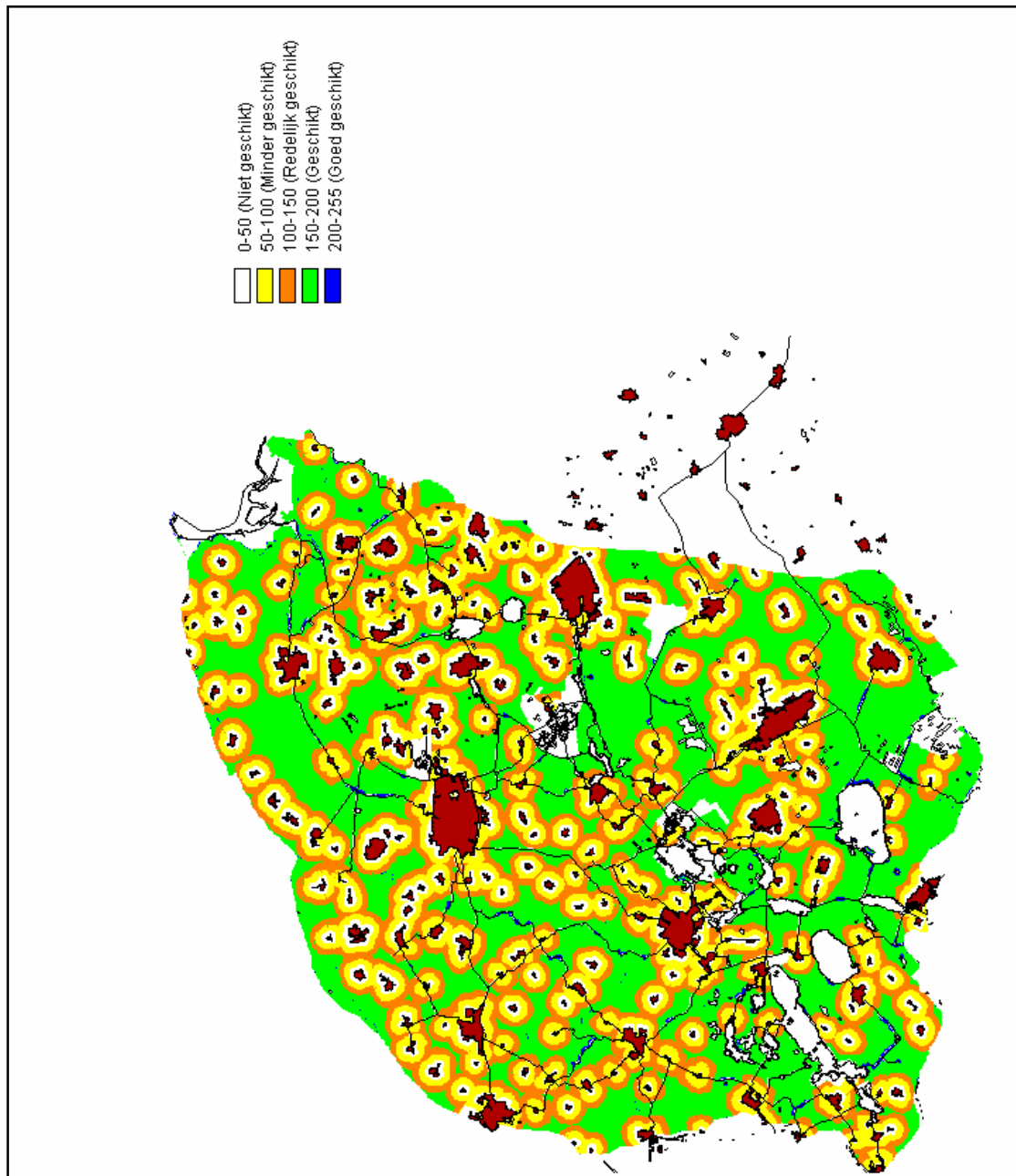
23. De kaarten moet nu geanalyseerd worden en de kaarten tonen aan waar de geschikte locaties liggen, hoeveel geschikte locaties er aanwezig zijn, enzovoort.
24. Om de betrouwbaarheid van het onderzoek te verhogen is het handig om een aantal locaties uit de geschiktheidskaarten te kiezen en te bezoeken. Zo kan men een indruk krijgen van de locatie en vaststellen of de werkelijkheid klopt met wat er in de theorie is verkregen.

Bijlage 2: Stappenplan onderzoek

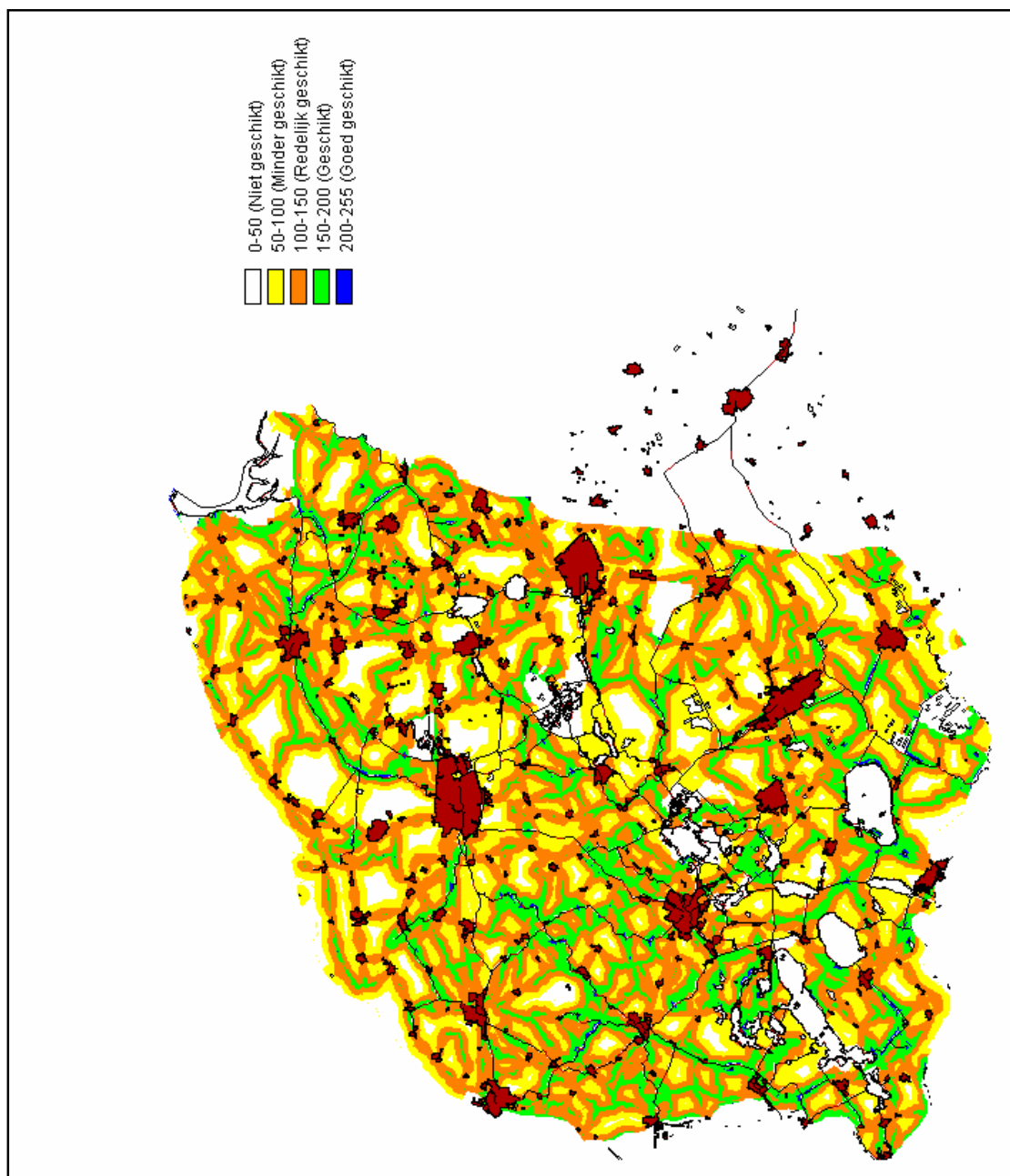


Bijlage 3: Geschiktheidskaarten

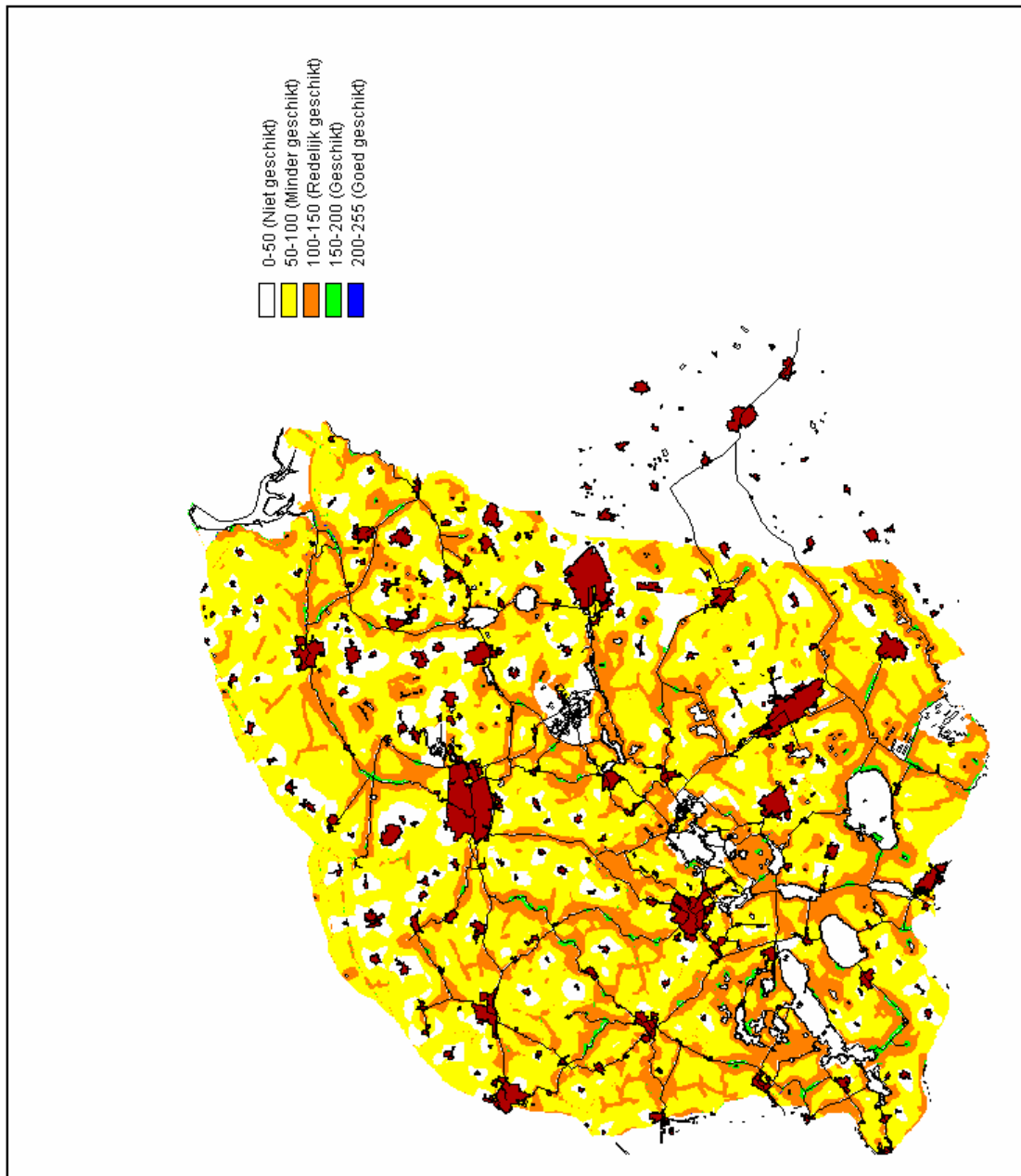
Ecologische scenario



Economische scenario



Sociale scenario



Bijlage 4: Window, contract en expand

De bestanden dijken en hoogte hebben niet dezelfde afmetingen (x en y coördinaten en resolutie). Door de functies window, contract en expand te gebruiken kan men de afmetingen aanpassen.

Hieronder is weergegeven hoe de afmetingen voor de dijken en hoogte zijn aangepast. Het bestand hoogte is aangepast naar de afmetingen van het bestand dijken. De gegevens van het bestand dijken staat tussen haakjes weergegeven.

Met de functie “window” kan de referenties worden aangepast. De referenties zijn:

- | | | |
|-----------|---------|-----------|
| • x (min) | 153.000 | (152.700) |
| • x (max) | 225.000 | |
| • y (min) | 535.000 | (534.500) |
| • y (max) | 604.000 | |

Met de functies “contract” en “expand” worden kolommen, rijen en de resolutie aangepast:

- | | | |
|---------------|-------|---------|
| • Kolommen | 1.440 | (2.892) |
| • Rij | 1.380 | (2.780) |
| • y resolutie | 50 | (25) |
| • x resolutie | 50 | (25) |