

Knelpuntenanalyse oppervlaktewaterkwaliteit voor veedrenking

Knelpuntenanalyse oppervlaktewaterkwaliteit voor veedrenking

Een toepassing m.b.v. een GIS-analyse in Friesland

E.P. Querner

J.Y. Frissel

J. Harmsen

J. Dolfing

A. v.d. Toorn

Alterra-rapport 845

Alterra, Wageningen, 2004

REFERAAT

Querner, E.P., J.Y. Frissel, J. Harmsen, J. Dolfin en A. v.d. Toorn, 2004. *Knelpuntenanalyse oppervlaktewaterkwaliteit voor veedrenking; een toepassing m.b.v. een GIS-analyse in Friesland*. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 845. 38 blz.; 5 fig.; 4 tab.; 3 ref.

Vee dat in de wei loopt, drinkt water uit de sloot. Een aantal veehouders heeft daardoor te maken met gezondheidsproblemen bij het vee. De waterkwaliteit in sloten wordt beïnvloed door een groot aantal factoren enerzijds het gevolg van menselijke activiteiten, maar ook van natuurlijke processen. Om met al deze factoren rekening te houden is via een GIS-analyse het risico in beeld gebracht als oppervlaktewater voor veedrenking wordt gebruikt. Een methodiek is uitgewerkt, gebruikmakend van digitaal beschikbare bestanden. Voor dit onderzoek zijn de omgevingsfactoren opgedeeld in drie groepen, te weten: de bodem, aanwezige belastingen (lozingen) en het waterbeheer, per groep zijn thema's geïdentificeerd. Voor deze studie is een onderzoeksgebied van 20x20 km gekozen in Friesland. Bij 22 veehouders is het oppervlaktewater een aantal keren bemonsterd. Per thema is een tabel met scores opgesteld om het risico in beeld te brengen. Op basis van de meetgegevens was het mogelijk om de berekende risico's te toetsen met veldwaarnemingen. Hieruit lijkt dat met deze methodiek een goede inschatting van de risico voor veedrenking is te maken. Om een beeld te geven van het effect van maatregelen, zijn een drietal mogelijke scenario's geëvalueerd.

Trefwoorden: analytische aanpak, diffuse belasting, grasland, oppervlaktewaterkwaliteit, veedrenking

ISSN 1566-7197

Dit rapport kunt u bestellen door € 15,- over te maken op banknummer 36 70 54 612 ten name van Alterra, Wageningen, onder vermelding van Alterra-rapport 845. Dit bedrag is inclusief BTW en verzendkosten.

© 2004 Alterra
Postbus 47; 6700 AA Wageningen; Nederland
Tel.: (0317) 474700; fax: (0317) 419000; e-mail: info@alterra.wur.nl

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Alterra.

Alterra aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Inhoud

Samenvatting	7
1 Inleiding	9
1.1 Probleemstelling en kader	9
1.2 Doel van het onderzoek	10
1.3 Opzet van het onderzoek	10
1.4 Leeswijzer	10
2 Analyse procedure	13
2.1 Inleiding	13
2.2 Gebruikte gegevens	13
2.3 Procedure	14
2.4 Beperkingen	15
3 Proefgebied	17
3.1 Bemonstering	18
3.2 Verificatie	18
4 Resultaten risicoanalyses	21
5 Conclusies en aanbevelingen	25
Literatuur	27
 <i>Bijlagen</i>	
1 Tabellen met scores per thema	29
2 Vergelijking berekende scores voor meetlocaties met gemeten waterkwaliteitsparameters	35

Samenvatting

In de zomer loopt het vee veelal buiten in de wei en drinkt uit het oppervlaktewater. Een aantal veehouders heeft te maken met gezondheidsproblemen bij het vee, zoals vruchtbaarheidsproblemen en een verminderde melkproductie. Daarbij wordt als oorzaak gedacht aan het drinken van water uit de sloot, omdat dit niet altijd even schoon is.

De waterkwaliteit in sloten wordt beïnvloed door een groot aantal factoren die enerzijds het gevolg kunnen zijn van menselijke activiteiten, maar ook van natuurlijke processen. Factoren die van invloed zijn op de waterkwaliteit zijn bodemsoort, landgebruik, kwel, riooloverstorten, lozingen, waterberging, bagger in de sloot, waterdiepte, enz. Om met al deze factoren rekening te houden is via een GIS-analyse het risico in beeld gebracht van het gebruik van oppervlaktewater voor veedrenking. Een methodiek is uitgewerkt, gebruikmakend van digitaal beschikbare bestanden.

Voor deze studie is een onderzoeksgebied van 20x20 km gekozen, gelegen ten zuiden van Leeuwarden en ten westen van Drachten. In dit gebied zijn 22 veehouders gesitueerd die hebben meegedaan met een 'Doe het zelf test', waarbij het oppervlaktewater een aantal keren bemonsterd is.

Voor dit onderzoek zijn de omgevingsfactoren opgedeeld in drie groepen, te weten: de bodem, aanwezige belastingen (lozingen) en het waterbeheer. Voor deze drie clusters zijn de thema's geïdentificeerd die van invloed zijn op de waterkwaliteit, te weten: bodemsoort, bodemgebruik (bemesting en bestrijdingsmiddelen), ontwateringsniveau, oppervlaktewaterberging, wateraanvoer, kwel, chloridengehalte, sulfaatgehalte, veebezetting, bebouwing, riooloverstorten en lozingen. Per rastercel van 250 x 250 m is het voorkomen van deze thema's in kaart gebracht. Per thema is een tabel met scores opgesteld om het risico in beeld te brengen. De scores zijn gebaseerd op de kennis opgeschreven in de leidraad en op veldwaarnemingen. Op basis van deze gegevens was het mogelijk om de risico's te berekenen en de uitkomsten te toetsen met veldwaarnemingen. Het verschil tussen de berekende en gemeten score's was over het algemeen klein. Voor 21 van de 44 locaties is het verschil kleiner dan 10%, voor 8 locaties is het verschil groter dan 20%. Mogelijke oorzaak voor dat laatste is het onvoldoende meenemen van de specifieke lokale omstandigheden. Deze vergelijking geeft aan dat met behulp van deze methodiek een goede inschatting van het risico voor veedrenking kan worden gemaakt.

Met behulp van GIS zijn risicokaarten gemaakt voor het gebruik van oppervlaktewater voor veedrenking. Deze kaarten geven de mogelijkheid na te gaan of bepaalde maatregelen zullen leiden tot een verbeterde waterkwaliteit (toetsing en actualiseren Leidraad).

Om een beeld te geven van het effect van maatregelen om het risico voor veedrenking te verminderen, zijn een drietal mogelijke scenario's geëvalueerd. De drie scenario's zijn:

- Verbeteringen aan het rioolstelsel, zodat er geen riooloverstorten meer plaatsvinden;
- Verminderen van de diffuse belasting van stedelijk gebied en boerderijen;
- Doorspoelen van kanalen en sloten uit de boezem.

De huidige situatie is het referentie niveau. De resultaten van de scenario's voor het proefgebied zijn weergegeven in Tabel 4. Het verbeteren van het rioolstelsel (geen overstorten meer), vermindert het risico voor veedrenking enigszins. De diffuse belasting laten afnemen geeft een aanzienlijke verbetering en vermindert het risico. Het doorspoelen van de sloten vermindert het risico ook, maar doordat het vervuilde water naar elders wordt getransporteerd, kan de waterkwaliteit over een groot gebied slechter worden.

De methode beschreven in dit rapport biedt de mogelijkheid om het risico in beeld te brengen als oppervlaktewater voor veedrenking wordt gebruikt. Deze methode kan als een 'quick scan' risicoanalyse worden beschouwd. Op deze manier worden lokale knelpunten zichtbaar gemaakt of gebieden met een verhoogd risico. Ook is het mogelijk om een beeld te geven van de verandering in risico, als maatregelen worden uitgevoerd. Op deze manier zijn maatregelen op hun haalbaarheid te toetsen en kunnen in een gebied prioriteiten worden aangegeven.

1 Inleiding

In de zomer loopt het vee veelal buiten in de wei en drinkt uit het oppervlaktewater. Een aantal veehouders heeft daardoor te maken met gezondheidsproblemen bij het vee, zoals vruchtbaarheidsproblemen en een verminderde melkproductie. Daarbij wordt als oorzaak gedacht aan het drinken van water uit de sloot, omdat dit niet altijd even schoon is.

Problemen met de kwaliteit van het oppervlaktewater hebben geleid tot het Actieprogramma Waterkwaliteit en Diergezondheid. Onderdeel van dit actieprogramma was het opstellen van een leidraad (Harmsen et al., 2000). In de leidraad zijn de relaties aangegeven tussen de waterkwaliteit en processen en activiteiten in de sloot, de relatie met omliggende percelen en de relatie met de nabije omgeving. Daarnaast is door NLTO onderzocht hoe veehouders meer zicht kunnen krijgen op de waterkwaliteit in de sloten bij hun bedrijf. Hiertoe is bij 162 veehouders in Noord-Nederland een 'Doe het zelf test' toegepast en geëvalueerd. Bij een 25 tal boeren in Friesland is in het kader van voornoemd NLTO onderzoek het oppervlaktewater een aantal keren bemonsterd. Bovendien zijn omgevingsfactoren geregistreerd met als uiteindelijke doel de waterkwaliteit te relateren aan factoren die de kwaliteit beïnvloeden.

1.1 Probleemstelling en kader

De waterkwaliteit in sloten wordt beïnvloed door een groot aantal factoren die enerzijds het gevolg kunnen zijn van menselijke activiteiten, maar ook van natuurlijke processen. Factoren die van invloed zijn op de waterkwaliteit zijn o.a.: bodemsoort; landgebruik; kwel; lozingen (zoals riooloverstorten); waterberging; bagger in de sloot; waterdiepte, enz.

Veenbodems zijn met name slecht voor de drinkwaterkwaliteit doordat er veel organisch materiaal in het oppervlaktewater terecht komt. Bij het bodemgebruik spelen bestrijdingsmiddelen en bemesting een belangrijke rol bij een slechtere waterkwaliteit door uitspoeling of overwaaien. Via kwel kan schoon grondwater naar de sloten stromen, maar kwelwater kan ook chloride en sulfaat meevoeren. Bij hevige regenval lozen overstorten verdund afvalwater op het oppervlaktewater. Hierdoor wordt het oppervlaktewater incidenteel min of meer vervuild. Ook lozingen uit zuiveringsinstallaties bevatten nog stoffen, zoals oestrogenen, die voor vee een potentieel gevaar kunnen zijn voor hun gezondheid. Al deze omgevingsfactoren hebben in mindere of meerdere mate een invloed op de kwaliteit van het oppervlakte water.

Ook wordt de waterkwaliteit beïnvloed door de waterhuishoudkundige situatie in het gebied, zoals: stagnant water (kopsloten), doorspoeling, een geringe waterdiepte en sloten met veel bagger (achterstallig groot onderhoud). Dit zijn specifieke situaties

die naast de omgevingsfactoren de waterkwaliteit positief of negatief kunnen beïnvloeden. Daarnaast kan een overheersende windrichting de waterkwaliteit binnen een beheerseenheid (polder) beïnvloeden. De wind veroorzaakt een waterstroming die de vervuiling kan verspreiden of lokaal concentreren.

Uit deze opsomming van factoren en situaties blijkt wel hoe complex het geheel is. Voor een aantal factoren geldt dat zij de waterkwaliteit weliswaar negatief beïnvloeden, maar op zich niet tot grote problemen zullen leiden. Bij het aanwezig zijn van meerdere negatieve factoren, kunnen er echter wel gezondheidsproblemen bij het vee ontstaan. Om voor een gebied nu aan te geven of het oppervlaktewater een risico vormt als drinkwater voor vee, is een risicoanalyse nodig waarbij gegevens gecombineerd worden. Om zo'n risicoanalyse snel, eenduidig en eventueel landsdekkend te kunnen uitvoeren is een geografisch informatie systeem (GIS) een onmisbaar hulpmiddel.

1.2 Doel van het onderzoek

Het doel van het onderzoek is het in beeld brengen van het risico van het gebruik van oppervlaktewater als drinkwater voor vee. Hiertoe wordt een methodiek uitgewerkt in een voorbeeldgebied, waarbij zo goed mogelijk gebruik wordt gemaakt van de huidige (onvolledige) kennis op dit gebied. Er wordt getracht een uitspraak te doen over de waterkwaliteit op grond van de daar aanwezige omstandigheden en omgevingsfactoren.

In dit onderzoek gaat het om de kleine wateren. Er worden geen uitspraken gedaan over de grotere wateren, zoals boezemsystemen of rivieren.

1.3 Opzet van het onderzoek

Om de risico's in beeld te brengen zijn, voor een proefgebied in Friesland, de relevante gegevens opgenomen in een GIS systeem. In combinatie met de kennis uit voornoemde leidraad is vervolgens een prognose gemaakt van de geschiktheid van het oppervlaktewater om te dienen als drinkwater voor vee. Deze prognose is vergeleken met een evaluatie van diezelfde kwaliteit op grond van werkelijke meetgegevens. Tenslotte zijn, op basis van een set aan gegevens risicokaarten voor veedrenking voor dat gebied gemaakt en de effecten van een aantal maatregelen inzichtelijk gemaakt..

1.4 Leeswijzer

In dit rapport wordt in beeld gebracht wat de relatie is tussen de aanwezige omstandigheden en omgevingsfactoren enerzijds en de waterkwaliteit anderzijds. In hoofdstuk 2 is een beschrijving opgenomen van de analyse procedure en de gegevens (thema's) die in dit onderzoek zijn gebruikt. In hoofdstuk 3 is het proefgebied

beschreven, waarvoor in hoofdstuk 4 de risicoanalyses (resultaten) worden weergegeven. Tot slot zijn in hoofdstuk 5 de conclusies en aanbevelingen opgenomen.

2 Analyse procedure

2.1 Inleiding

Voor de risicoanalyses is gebruik gemaakt van het geografisch informatie systeem Arc-Info en daarnaast van Arcview. De benodigde gegevens hebben een zeer verschillend schaal- en detailniveau, en omvatten punt, lijn of vlakdekkende gegevens. Zodoende is er voor gekozen om met een raster te werken van 250*250 m. Deze afmeting is een detailniveau waarop gegevens nog min of meer constant verondersteld kunnen worden. Het is ook een detailniveau dat regionaal acceptabel is, maar ook landsdekkend nog haalbaar is.

2.2 Gebruikte gegevens

Uit onderzoek (Harmsen et al, 2000) is gebleken dat drie groepen van omgevingsfactoren van groot belang zijn voor de waterkwaliteit, te weten: de bodem, het waterbeheer en de aanwezige belastingen (lozingen). Voor deze drie groepen zijn de thema's geïdentificeerd en weergegeven in Tabel 1. Ook zijn in Tabel 1 de maximum scores aangegeven.

Tabel 1 De drie groepen omgevingsfactoren met de maximum score per thema

Thema's		Maximum score
<i>Bodem</i>		
Bodemsoort:	bovengrond	9
	ondergrond	5
Bodemgebruik:	bemesting	6
	bestrijdingsmiddelen	13
<i>Waterbeheer</i>		
Ontwateringsniveau		7
Oppervlaktewaterberging		2
WATERAANVOER		-5
Kwel		4
Chloridgehalte (afhankelijk van de kwel)		4
Sulfaatgehalte (afhankelijk van de kwel)		8
<i>Belastingen</i>		
Veebezetting		10
Bebouwing		9
Riooloverstorten		15
Lozingen (RWZI)		*)
Overige lozingen		*)

*) in deze studie niet meegenomen

In het huidige onderzoek zijn de laatste twee factoren uit Tabel 1 niet meegenomen omdat er in het proefgebied geen lozingen plaatsvinden op poldersloten (maar uitsluitend op boezemwater). Wateraanvoer in Friesland vindt plaats vanuit de

boezem. Dit betekent in het algemeen een verbetering van de waterkwaliteit. Zodoende heeft de score een negatieve waarde gekregen (Tabel 1).

De waterkwaliteit in een sloot wordt ook beïnvloed door de specifieke ligging van die sloot in het netwerk van sloten en slootjes waar de sloot mee in verbinding staat. Zo zal in een kopsloot de waterkwaliteit veel slechter zijn dan in de rest van de polder omdat het water daar stilstaat en de waterdiepte geringer is dan elders in de polder. In Tabel 2 zijn de belangrijkste situaties omschreven met daarnaast de invloed op de waterkwaliteit.

Tabel 2 Veel voorkomende lokale situaties die een verhoogde of een kleiner risico vormen voor veedrenking.

Omschrijving	Invloed op de waterkwaliteit
Kopsloten	negatief
Semi-stagnant water	negatief
Afvoersloten (hoofdwaterlopen)	positief
Sloten met geringe waterdiepte	negatief
Sloten met veel bagger (achterstallig groot onderhoud)	zeer negatief
Beïnvloeding door wind	(niet meegenomen)

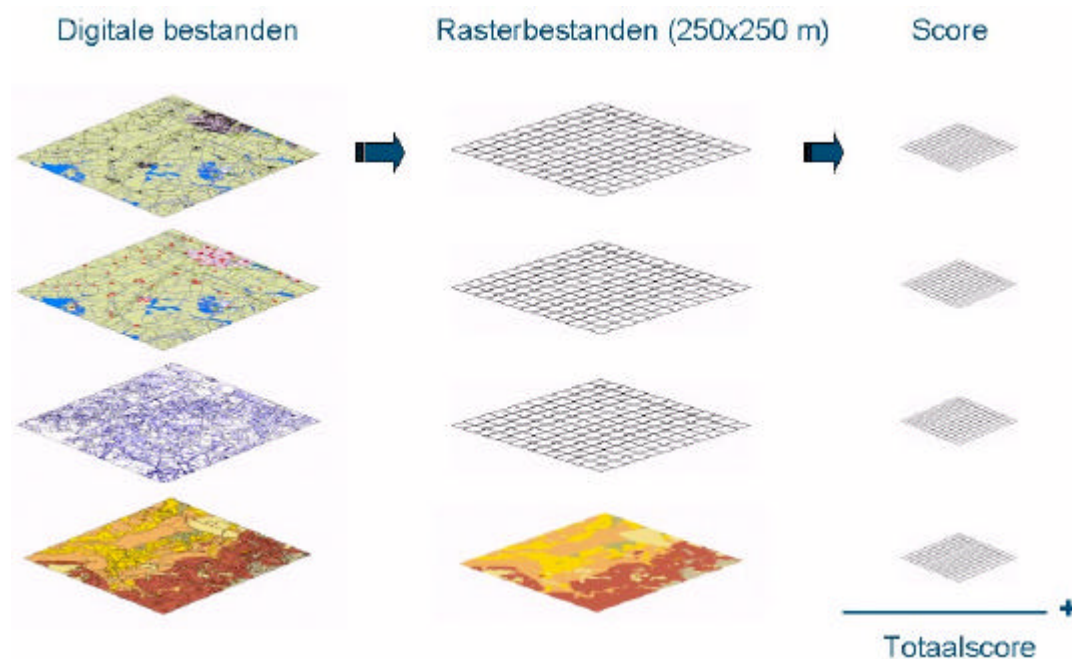
2.3 Procedure

Alle omgevingsfactoren uit Tabel 1 zijn getransformeerd naar een raster van 250*250 m. Voor de thema's uit Tabel 1 is een lijst met scores opgesteld die het risico kwantificeren (zie Bijlage 1). De scores zijn gebaseerd op de kennis opgeschreven in de leidraad (Harmsen et al., 2000) en op de metingen uitgevoerd in Friesland. Er is uitgegaan van een maximale score van 100. De drie groepen factoren (bodem, waterbeheer en belastingen) hebben elk een bijna even groot aandeel in de totaalscore. Per thema is een maximale score gehanteerd (zie Bijlage 1). Daarnaast is per onderdeel van elk thema (bijv. klei, veen of zand bij bodemsoort) een gewicht aangegeven t.o.v. elkaar. Bijvoorbeeld veen is t.o.v. klei ongeveer 3 keer zo slecht (Bijlage 1, tabel 1c: gewicht 10 t.o.v. 3). Deze manier van het uitsplitsen van scores per thema en een gewicht per omstandigheid, biedt de mogelijkheid om eenvoudig de scores of gewichten te veranderen.

In Figuur 1 is de procedure schematisch weergegeven. Basiskaarten zijn getransformeerd naar gegevens per cel van 250x250 m. Deze gegevens worden m.b.v. scoretabellen omgezet in risico's. Tot slot worden de risico's opgeteld tot een totaalscore.

Voor een aantal veel voorkomende situaties, zoals omschreven in Tabel 2, wordt de totaalscore nog verhoogd of verlaagd om voor die lokale situaties een uitspraak te doen. In Bijlage 1 zijn ook deze scores opgenomen. Alle situaties zullen de waterkwaliteit negatief beïnvloeden, behalve afvoersloten. Door de waterstroming en meestal grotere diepte zal daar de waterkwaliteit beter zijn dan voor de overige sloten in het gebied.

Op basis van deze set aan gegevens zijn analyses uitgevoerd en zijn risicokaarten voor veedrenking gepresenteerd. Gegevens worden berekend per rastercel van 250*250 m, maar kunnen ook gepresenteerd worden op het niveau van afwateringselementen zoals een polder of peilgebied.



Figuur 1 GIS procedure gehanteerd in dit onderzoek om te komen tot een totaalscore (risico).

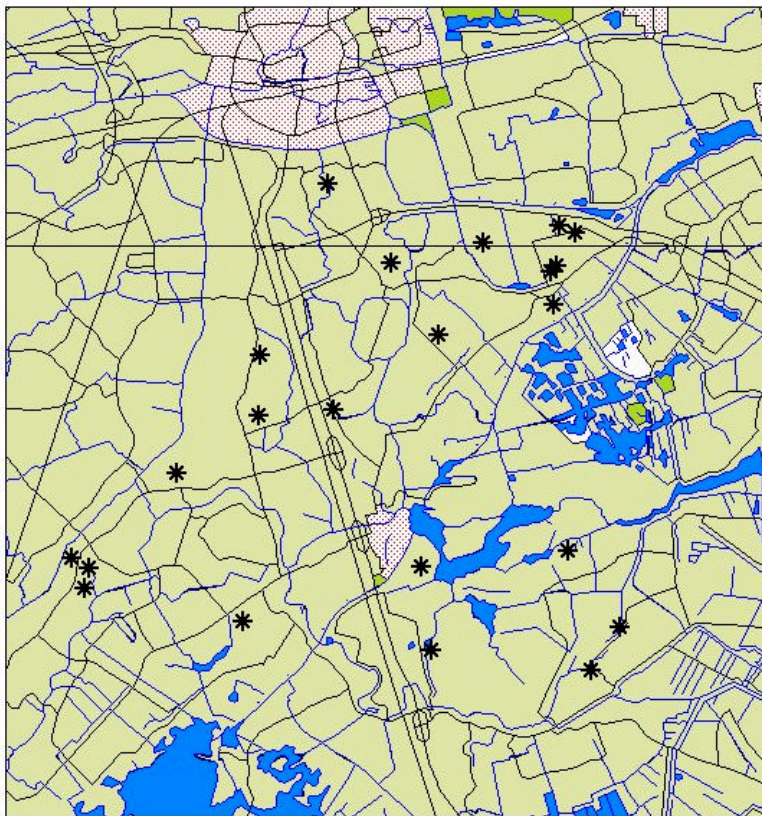
2.4 Beperkingen

In dit onderzoek gaat het om de kleine wateren in het landelijk gebied op het niveau van een afwateringseenheid. Er worden geen uitspraken gedaan over de grotere wateren, zoals boezemsystemen of rivieren. De getallen (scores) zijn toegekend op grond van expert judgement.

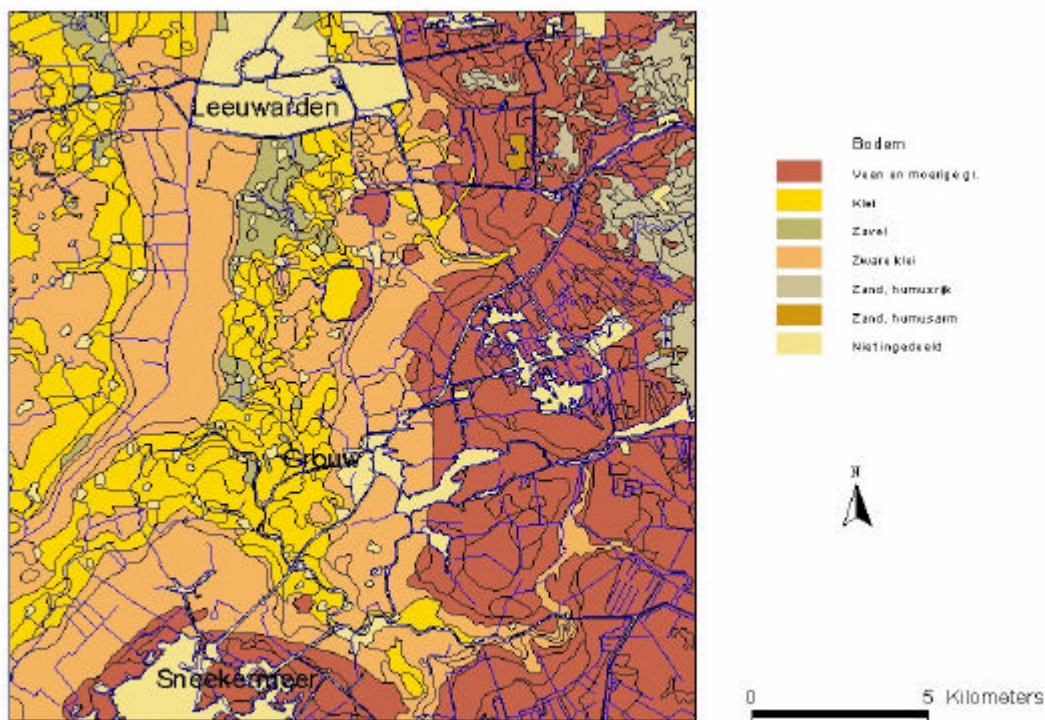
3 Proefgebied

Het onderzoeksgebied van 20x20 km ligt ten zuiden van Leeuwarden en ten westen van Drachten (zie Figuur 2). In dit gebied zijn ook de meeste veehouders uit het NLTO-onderzoek gesitueerd die hebben meegedaan met de 'Doe het zelf test'. Op 22 veehouderijen zijn twee sloten vier keer bemonsterd (december 1999, juni 2000, sept. 2000 en sept. 2001). De 22 veehouderijen zijn weergegeven in Figuur 2. Met deze gegevens is een validatie van de modelresultaten mogelijk.

Het onderzoeksgebied bestaat grotendeels uit veenpolders en in het westelijk deel klei en klei op veen (zie Figuur 3). In dit gebied waren er veel klachten over een slechte waterkwaliteit.



Figuur 2 Het onderzoeksgebied van 20x20 km ten zuiden van Leeuwarden met aangegeven de 22 veehouderijen waar het oppervlaktewater is bemonsterd.



Figuur 3 Bodemsoort in het onderzoeksgebied

3.1 Bemonstering

Het oppervlaktewater is bemonsterd op de 44 locaties, het merendeel in sloten, maar ook enkele in hoofdwaterlopen. Op elk veehouderijbedrijf zijn twee monsters genomen, één in een vieze sloot en één in een schone sloot, dit op aanwijzing van de veehouder. De resultaten van de bemonsteringen staan elders beschreven (Harmsen et al., 2004).

3.2 Verificatie

Een analytische methode op dit schaalniveau en aanpak, heeft vele invoergegevens. De berekende risico's zullen een zekere mate van onzekerheid inhouden, door de eenvoudige aanpak, de beperkte invoergegevens en het raster van 250 x 250 m. Om de nauwkeurigheid van de voorspellingen vast te stellen is het verschil bepaald tussen de score voor de 44 locaties gebaseerd op de veldwaarnemingen en op die locaties de berekende score.

De gemeten waterkwaliteitsparameters zijn ook omgezet naar scores en hergewaardeerd tussen 0 (schoon) en 100% (extreem vies). In Bijlage 2 is aangegeven hoe voor de meetlocaties de gemeten waterkwaliteit is omgezet naar een score. Dit is gebeurt op basis van de aanwezigheid van coli's, nutriënten, kwel, hardheid en kroos in de zomer. De toegepaste wegingsfactoren zijn weergegeven in Bijlage 2. Voor de

berekende scores voor de locaties met waarnemingen is de lokale situatie ook meegenomen om tot een totaalscore te komen, gebruikmakend van Tabel 1b uit Bijlage 1. Ook de berekende score is hergewaardeerd tussen 0 en 100%. Hierbij is uitgegaan van de waarde voor de gridcel, waar ook het monsterpunt is gesitueerd. Daarnaast zijn ook alle daaromheen gelegen cellen in de score meegewogen. Het verschil tussen de gemeten en berekende score is weergegeven in Tabel 3.

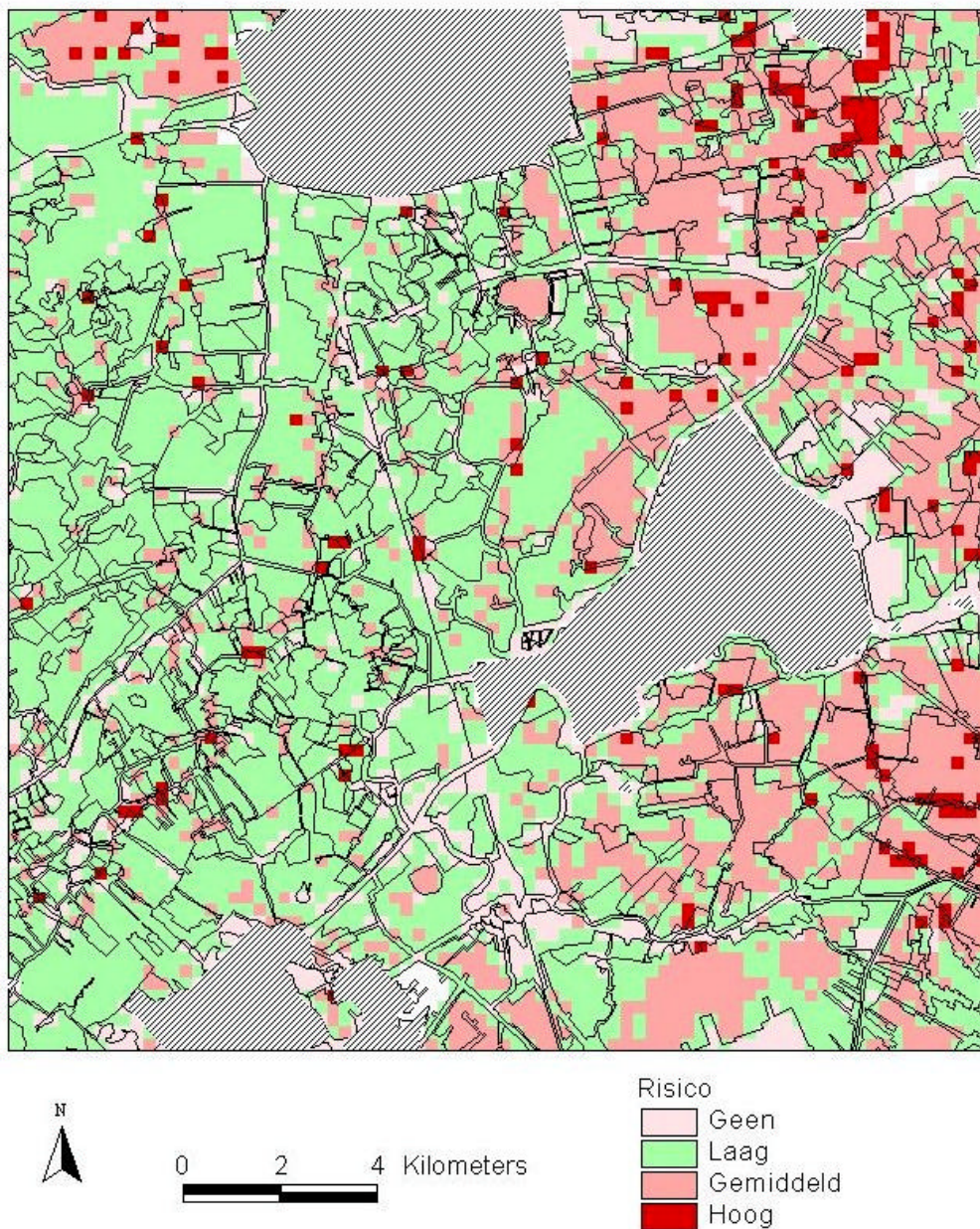
Het verschil tussen de berekende en gemeten score's is over het algemeen klein. Voor 22 van de 44 locaties is het verschil kleiner dan 10%, voor 31 locaties kleiner dan 15%. Voor 8 locaties is het verschil groter dan 20%. Mogelijke oorzaak is het onvoldoende meenemen van de specifieke lokale omstandigheden. Deze vergelijking geeft aan dat met behulp van deze methodiek een goede inschatting van het risico voor veedrenking kan worden gemaakt.

Tabel 3 Het verschil tussen de berekende en gemeten score. Voor vergelijking is het risico voor veedrenking uitgedrukt in scores tussen 0 tot 100.

Vershil (%)	Aantal monsterpunten
< 5	12
5 – 10	10
10 – 15	9
15 – 20	5
> 20	8

4 Resultaten risicoanalyses

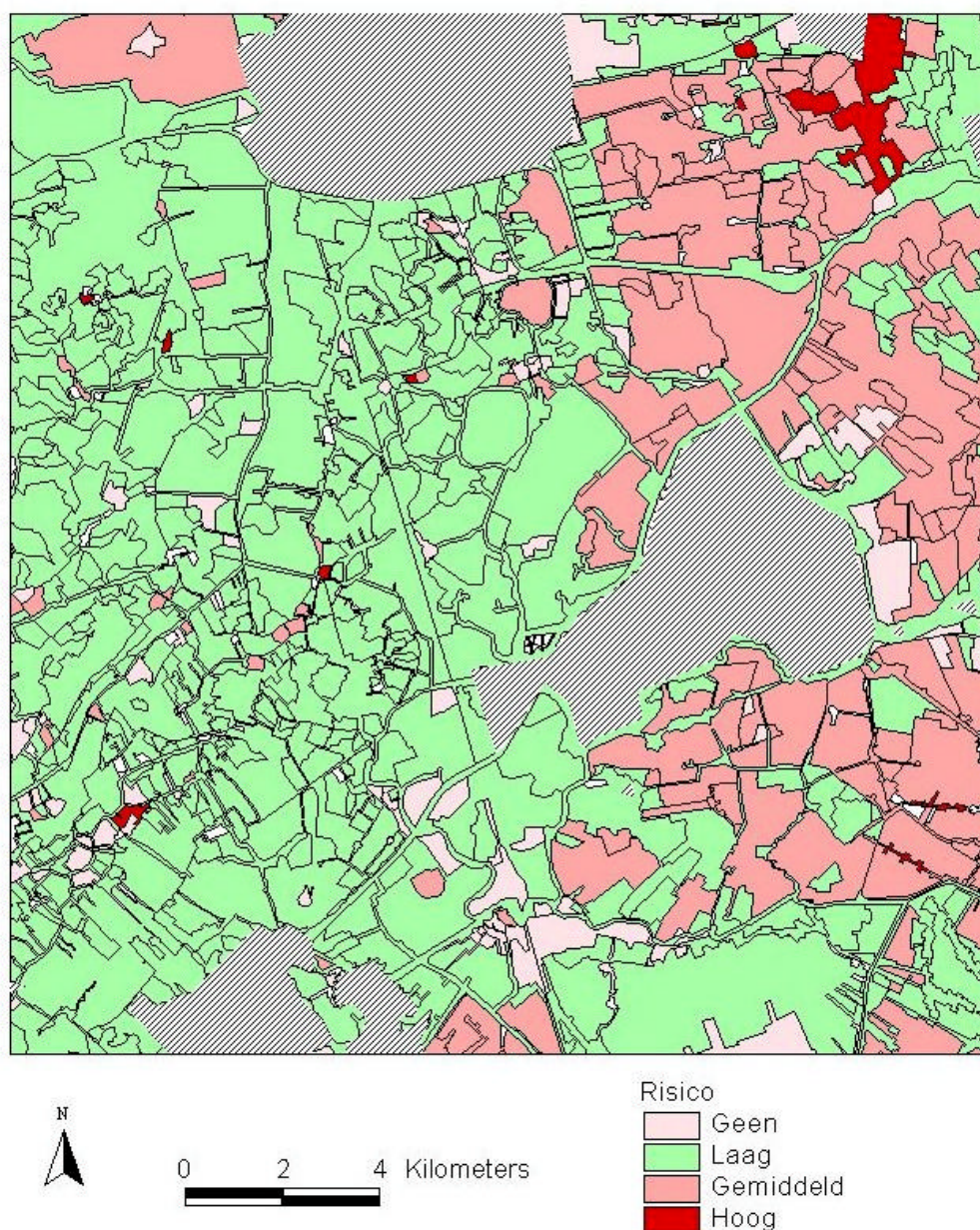
Voor het gehele gebied is het risico voor veedrenking weergegeven in Figuur 4. Het risico is in het algemeen hoger in de veengebieden. Ook in de omgeving van dorpen is het risico hoger, veroorzaakt door de riooloverstorten. Ook de aanwezigheid van boerderijen geeft een verhoogd risico.



Figuur 4 Het risico voor veedrenking weergegeven per rastercel van 250 x 250 m (de percentages gehanteerd bij de risico omschrijving staan aangegeven in de tekst).

In de legenda van Figuur 4 is voor 'geen risico' een percentage van < 30% gehanteerd; een laag risico ligt tussen de 30 en 45%; een gemiddeld risico tussen de 45 en 60% en boven de 60% is het risico hoog.

In Figuur 5 is het risico weergegeven per afwateringselement, zoals een polder of peilgebied. Het risico is een gemiddelde van alle rastercellen van 250 x 250 m in een polder. De resultaten zijn nu wat meer gelijkmatiger verdeeld over het gebied. Met name het oostelijk deel met veen springt er duidelijk uit met een verhoogd risico.



Figuur 5 Het risico voor veedrenking weergegeven per polder.

Analyse van mogelijke maatregelen

Om een beeld te geven van het effect van maatregelen die het risico voor veedrenking verminderen, zijn een drietal mogelijke scenario's geëvalueerd. De drie scenario's zijn:

- Verbeteringen aan het rioolstelsel, zodat er geen lozingen via overstorten meer plaatsvinden;
- Verminderen van de diffuse belasting van stedelijk gebied en boerderijen;
- Doorspoelen van hoofdwaterlopen en sloten uit de boezem.

De huidige situatie is het referentie niveau. Het risico voor veedrenking is weergegeven op gridniveau, zoals in Figuur 4 is weergegeven. De resultaten van de scenario's voor het proefgebied zijn opgenomen in Tabel 4. Het saneren van alle riooloverstorten vermindert het risico voor veedrenking enigszins. Deze lokale verbeteringen zijn voor een gebied van 20 x 20 km relatief gering. De diffuse belasting laten afnemen geeft een aanzienlijke verbetering en vermindert het risico. Het doorspoelen van de sloten vermindert lokaal het risico, maar doordat het vervuilde water naar elders wordt getransporteerd, kan de waterkwaliteit over een groot gebied slechter worden.

Tabel 4 De invloed van mogelijke maatregelen op het risico voor veedrenking. Het risico is onderverdeeld in 4 klassen en per klasse is het percentage van het onderzoeksgebied aangegeven.

Scenario	Risico (% van het gebied)			
	Geen < 30	Laag 30-45	Gemiddeld 45-60	Hoog > 60
Huidige situatie	13	57	27	3
Saneren alle riooloverstorten	15	58	26	1
Verminderen diffuse belasting	53	47	0	0
Doorspoelen	57	38	4	1

5 Conclusies en aanbevelingen

De methode beschreven in dit rapport biedt de mogelijkheid om het risico in beeld te brengen als oppervlaktewater voor veedrenking wordt gebruikt. Deze methode kan als een 'quick scan' risicoanalyse worden beschouwd. Op deze manier worden lokale knelpunten zichtbaar gemaakt of gebieden met een verhoogd risico. Met deze methode is het mogelijk om per cel van 250 x 250 m waarden te presenteren, of het risico weer te geven voor beheerseenheden, zoals een polder. Ook is het mogelijk om een beeld te geven van de verandering in risico, als maatregelen worden uitgevoerd. Effecten van maatregelen, zoals in hoofdstuk 4 zijn beschreven, zijn met deze aanpak zichtbaar te maken. Daarnaast zijn er andere mogelijkheden, zoals het in beeld brengen van de risico's van achterstallig groot onderhoud aan waterlopen. Op deze manier zijn maatregelen op hun effectiviteit te toetsen en kunnen in een gebied prioriteiten worden aangegeven.

Op basis van meetgegevens was het mogelijk om de berekende risico's te toetsen met veldwaarnemingen. Het verschil tussen de berekende en gemeten score's was over het algemeen klein. Voor 21 van de 44 locaties is het verschil kleiner dan 10%, voor 8 locaties is het verschil groter dan 20%. Het verschil in berekende en gemeten score is gering. Het feit dat voor een aantal locaties het verschil groter is, kan komen door de eenvoudige aanpak, of door de zeer lokale omstandigheden, zoals ondiep water, een dikke laag modder, of het doorspoelen van water. De scores zijn op hun beurt een maat voor de waterkwaliteit in het oppervlaktewater en geven het risico weer voor veedrenking. Deze vergelijking geeft aan dat met behulp van deze methodiek een goede inschatting van het risico voor veedrenking kan worden gemaakt.

Het resultaat van deze aanpak in een voorbeeldgebied van 20 x 20 km, geeft aan dat het mogelijk is om de methode toe te passen voor heel Nederland, in de vorm van een beslismodel.

Literatuur

Harmsen J., J. Dolfing, E.P. Querner en A. v.d. Toorn, 2000. Waterkwaliteit en diergezondheid: Leidraad voor te nemen maatregelen in het waterbeheer en de effecten daarvan op de kwaliteit van oppervlaktewater met het oog op gebruik als drinkwater voor vee. Wageningen, Alterra. Rapport 002.

Harmsen J., A. v.d. Toorn, J. Dolfing en E.P. Querner, 2004. Waterkwaliteit en diergezondheid: Resultaten van een monitoring in Noord-Nederland. Wageningen, Alterra. Concept rapport.

Querner, E.P. en B.J. Looise, 1997. Landschapsecologische kartering van Nederland: Oppervlaktewater. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 339 (LKN-rapport 13).

Bijlage 1 Tabellen met scores per thema

Tabel 1a Overzicht thema's en de maximale score per thema

Thema's:	Maximum score	Procentueel
1. Bodemsoort (algemeen)	9	10.3
2. Bodemsoort (specifiek)	5	5.7
3. Bodemgebruik (bemesting)	6	6.9
Bodemgebruik (bestrijdingsmiddelen)	13	14.9
4. Ontwateringsniveau	7	8.0
5. Oppervlaktewaterberging	2	2.3
6. Wateraanvoer	-5	-5.5
7. Kwel	4	4.6
8. Chloridgehalte	4	4.6
9. Sulfaatgehalte	8	9.2
10. Veebezetting	10	11.5
11. Bebouwing	9	10.3
12. Riooloverstorten	15	17.2
13. Lozingen (RWZI)	-	- niet meegenomen
14. Overige lozingen	-	- niet meegenomen
Totaal	87	100.0

Tabel 1b Lokale situaties binnen gebied

Situatie	Score
a. kopsloot	6
b. semi-stagnant water	3
c. aanvoersloot	-5
d. geringe waterdiepte	
> 0,5 m	0
0,2-0,5 m	2
0-0,2 m	6
e. veel bagger	
0.1-0.2 m	1
> 0,2 m	4
f. stroming door wind	-4

Tabel 1c Overzicht van de gewichten en scores per thema

Bodemsoort (algemeen)

Cover van bodemkaart geeft:

GRONDS2	Gridcode	Omschrijving	Gewicht	Knelpunt score
KL	4	Klei	3	2.7
L	7	Leem	3	2.7
SHO	1	Zand, humusrijk	7	6.3
SLO	2	Zand, humusarm	2	1.8
V	6	Veen en moerige gronden	10	9
XX	0	Niet ingedeeld	0	0
ZA	3	Zavel	3	2.7
ZK	5	Zware klei	3	2.7

Bodemsoort (specifiek)

Cover van bodemkaart bevat ook een meer gedetailleerdere omschrijving van de opbouw:

Pawn-code	Omschrijving	Gridcode	Gewicht	Knelpunt score
0	Geen bodem	0	0	0
1	Veraarde bovengrond op diep veen	1	0	0
2	Veraarde bovengrond op veen op zand	2	0	0
3	Kleidek op veen	3	0	0
4	Kleidek op veen op zand	4	0	0
5	Zanddek op veen op zand	5	0	0
6	Veen op ongerijpte klei	6	0	0
7	Stuifzand	7	0	0
8	Leemarm zand	8	0	0
9	Zwaklemig fijn zand	9	0	0
10	Zwaklemig fijn zand op grof zand	10	0	0
11	Sterk lemig fijn zand op (kei-)leem	11	0	0
12	Enkeerdgronden	12	0	0
13	Sterk lemig zand	13	0	0
14	Grof zand	14	0	0
15	Zavel met homogeen profiel	15	0	0
16	Lichte klei met homogeen profiel	16	0	0
17	Klei met zware tussenlaag of ondergrond	17	0	0
18	Klei op veen	18	5	2.5
19	Klei op zand	19	0	0
20	Klei op grof zand	20	0	0
21	Leem	21	0	0
22	Water	22	0	0
23	Bebouwing	23	0	0

Bodemgebruik

Schematisering van bodemgebruiksvormen LGN naar eenheden van belang voor dit onderzoek:

Legenda LGN3 en gebruik chemische bestrijdingsmiddelen (in actieve stof)

Per gridlaag met celafmeting van 250*250 m wordt van iedere bodemgebruiksvorm het aantal aanwezige cellen (25*25 m) gesommeerd. De knelpuntscore kan per bodemgebruiksvorm worden ingevuld uitgaande van 100% aanwezigheid.. Voor het gedeeltelijk aanwezig zijn van een bodemgebruiksvorm per cel, wordt de knelpunt score vermenigvuldigt met het percentage dat aanwezig is.

LGN	Omschrijving	Bestrijdings- middel (kg/ha)	Gewicht bemesting	bestrij- dingsm.	Knelpunt score bemesting	bestrij- dingsm.
1	gras	0	7	0	4.2	0
2	maïs	3.1	8	3	4.8	3.9
3	aardappelen	10-20	3	5	1.8	6.5
4	bieten	3.6	3	5	1.8	6.5
5	granen	1.6-2.7	2	4	1.2	5.2
6	overige landbouwgewassen	1-17	7	0	4.2	0
8	glastuinbouw	11-80	3	8	1.8	10.4
9	boomgaard	27-31	10	8	6	10.4
10	bollen	23-123	0	10	0	13
11	loofbos	0	0	0	0	0
12	naaldbos	0	0	0	0	0
13	droge heide	0	0	0	0	0
14	overig open begroeid na.	0	0	0	0	0
15	kale grond in natuurgebied	0	0	0	0	0
16	zoet water	0	0	0	0	0
17	zout water	0	0	0	0	0
18	stedelijk bebouwd gebied	0	0	0	0	0
19	bebouwing in buitengebied	0	5	0	3	0
20	loofbos in bebouwd gebied	0	0	0	0	0
21	naaldbos in bebouwd gebied	0	0	0	0	0
22	bos met dichte bebouwing	0	0	0	0	0
23	gras in bebouwd gebied	0	0	0	0	0
24	kale gr. in bebouwd buiten	0	0	0	0	0
25	hoofdwegen en spoorwegen	0	0	0	0	0
26	bebouwd in agrarisch gebied	0	0	0	0	0
27	nieuw bollenland	0	0	8	0	10.4
28	inundatie	0	0	0	0	0

Ontwateringsniveau

Ontwateringsniveau (m-mv)	Gewicht (veen)	Gewicht (overig)	Knelpunt score (veen)	Knelpunt score (overig)
0 - 0,1	4	4	2.8	2.8
0,1 - 0,3	4	3	2.8	2.1
0,3 - 0,6	6	2	4.2	1.4
0,6 - 1,2	8	1	5.6	0.7
> 1,2	10	0	7	0

Oppervlaktewaterberging

Waterberging (mm)	Omschrijving	Gewicht	Knelpunt score
0 - 5	zeer weinig sloten	10	2
5 - 10	weinig sloten	8	1.6
10 - 20	veel sloten	4	0.8
20 - 40	zeer veel sloten	1	0.2
> 40	boezem	0	0

Wateraanvoer

WIS-code?	Omschrijving	Gridcode	Gewicht	Knelpunt score
-1	Onbekend (geen aanvoer)	0	0	0
1	Wel wateraanvoer	1	10	8

Kwel

Kwel (mm/d)	Omschrijving	Gridcode (1000 * mm/d)	Gewicht (zoet)	Gewicht (zout – Cl > 300)	Score (zoet)	Score (zout - Cl > 300)
< -1.0	Wegzijging	< -1000	0	0	0	0
-1.0 - -0.5	„	.	0	1	0	0.4
-0.5 - 0.0	„	.	0	2	0	0.8
0.0 - 0.5	Kwel	.	0	6	0	2.4
0.5 - 1.0	„	.	0	8	0	3.2
> 1.0	„	> 1000	0	10	0	4

Chloridegehalte

Chloridegehalte (g/m3)	Gewicht	Knelpunt score
< 300	0	0
300 - 1000	8	3.2
> 1000	10	4

Sulfaatgehalte

Sulfaatgehalte (g/m3)	Gewicht	Knelpunt score
< 50	0	0
50 - 200	2	1.6
200 - 1000	8	6.4
> 1000	10	8

Veebezetting

Veebezetting (koeien/ha)	Gridcode (10*koeien/ha)	Gewicht	Knelpunt score
0 - 1	0-10.	3	3
1 - 2	10-20	5	5
2 - 3	20-30	8	8
> 3	> 30	10	10

Bebouwing

Huizen (per 250*250 m)	Gewicht	Knelpunt score
< 2	2	1.8
2 - 4	4	3.6
4 - 10	6	5.4
10 - 20	8	7.2
> 20	10	9

Riooloverstorten

Afstand van lozing (m)	Gridcode	Gewicht	Knelpunt score
< 250	1	8	12
Aantal overstorten per afwateringselement:			
1	1	2	3
2	2	4	6
3	3	5	7.5
> 3			

Lozingen (RWZI)

Afstand van lozing (km)	Gewicht	Knelpunt score
< 1	10	0
1 - 2	7	0
2 - 4	4	0
4 - 10	2	0
> 10	0	0

Overige lozingen (km)	Gewicht	Knelpunt score
< 1	10	0
1 - 2	7	0
2 - 4	4	0
4 - 10	2	0
> 10	0	0

Bijlage 2 Vergelijking berekende scores voor meetlocaties met gemeten waterkwaliteitsparameters

Tabel 2a Score voor de meetlocaties afgeleid van waterkwaliteitsparameters, zie Harmsen et al. (2004)

Locatie	coli's	nutriënten	kwel	hardheid	kroos	Totaal score	Totaal score % t.o.v. max. waarde
108S	3	3	3	3	4	27	82
113S	2	3	2	1	3	20	61
115S	2	4	3	2	4	27	82
116S	4	4	1	4	4	33	100
118S	2	4	2	2	4	26	79
125S	2	4	3	4	1	31	94
129S	1	4	2	1	4	22	67
132S	2	4	3	1	1	25	76
133S	3	4	2	2	2	28	85
143S	2	3	3	4	2	27	82
148S	2	3	2	2	1	22	67
169S	2	4	3	2	2	27	82
170S	3	4	3	2	1	29	88
175S	3	4	3	1	3	27	82
193S	3	4	3	2	4	29	88
209S	4	4	4	2	4	32	97
225S	2	4	4	1	2	26	79
239S	2	3	3	1	1	21	64
243S	2	1	2	1	1	12	36
250S	2	4	3	1	2	25	76
267S	2	4	4	4	1	32	97
273S	2	3	2	2	4	22	67
108V	2	4	3	2	4	27	82
113V	4	4	2	1	3	28	85
115V	4	3	3	1	1	25	76
116V	3	4	1	1	1	25	76
118V	2	4	3	1	3	25	76
125V	2	4	3	4	1	31	94
129V	2	4	1	1	2	23	70
132V	4	4	3	1	1	29	88
133V	2	3	2	1	1	20	61
143V	2	3	3	1	1	21	64
148V	3	3	2	3	1	26	79
169V	3	4	1	1	4	25	76
170V	3	3	2	3	2	26	79
175V	2	4	2	1	1	24	73
193V	3	4	1	1	4	25	76
209V	4	4	4	1	4	30	91
225V	1	3	2	1	1	18	55
239V	3	4	3	1	4	27	82
243V	1	1	1	1	2	9	27
250V	3	3	3	1	4	23	70
267V	2	3	2	1	1	20	61
273V	4	4	2	1	1	28	85
Maximum waarde						33	

Wegingsfactoren voor de waterkwaliteitsparameters

Parameter	Score
coli's	2
basis P	4
basis Cl	1
basis Ca	2
bedekkinggraad kroos in de zomer	0

Tabel 2b Lokale situaties per meetpunt (zie ook tabel 2.1)

Locatie	Kop-sloot	Semi-stagnant	Aanvoer-sloot	Waterdiepte		Bagger		
				> 0,5 m	0,2-0,5 m	0-0,2 m	0.1-0.2 m	> 0,2 m
108s		1			1		1	
113s			1			1		1
115s						1		1
116s		1				1		1
118s					1			1
125s		1				1		1
129s	1					1	1	
132s	1	1			1		1	
133s		1			1		1	
143s					1		1	
148s			1	1				1
169s		1			1		1	
170s		1				1		1
175s						1		1
193s						1	1	
209s			1		1		1	
225s						1		1
239s			1	1			1	
243s			1	1				
250s		1			1			1
267s		1			1			1
273s						1	1	
108v					1			1
113v		1				1		1
115v				1			1	
116v					1			1
118v		1		1				1
125v		1				1		1
129v			1			1		1
132v			1	1				1
133v			1	1			1	
143v			1	1			1	
148v				1			1	1
169v		1			1			1
170v			1		1			1
175v			1			1		1
193v		1			1			1
209v		1			1			1
225v			1		1			1
239v					1			1
243v	1				1		1	
250v					1			1
267v			1	1				1
273v						1		1
Score	6	3	-5	0	2	6	1	4
Uit Tabel 1b								

Tabel 2c *Vergelijking gemeten en berekende score*

Locatie	Score uit GIS Gridwaarde	Score incl. lokale aspecten	Berekende score (%)	Score van metingen metingen (%)	Absoluut verschil gemeten min de berekende
108s	28	34	72	82	9.5
113s	24	29	62	61	1.1
115s	27	37	79	82	3.1
116s	28	41	87	100	12.8
118s	22	28	60	79	19.2
125s	31	44	94	94	0.3
129s	23	36	77	67	9.9
132s	25	37	79	76	3
133s	28	34	72	85	12.5
143s	23	26	55	82	26.5
148s	21	20	43	67	24.1
169s	30	36	77	82	5.2
170s	32	45	96	88	7.9
175s	32	42	89	82	7.5
193s	27	34	72	88	15.5
209s	27	25	53	97	43.8
225s	29	39	83	79	4.2
239s	25	21	45	64	19
243s	33	28	60	36	23.2
250s	30	39	83	76	7.2
267s	30	39	83	97	14
273s	17	24	51	67	15.6
108v	25	31	66	82	15.9
113v	24	37	79	85	6.1
115v	25	26	55	76	20.4
116v	28	34	72	76	3.4
118v	19	26	55	76	20.4
125v	34	47	100	94	6.1
129v	25	30	64	70	5.9
132v	24	23	49	88	38.9
133v	26	22	47	61	13.8
143v	25	21	45	64	19
148v	22	27	57	79	21.3
169v	30	39	83	76	7.2
170v	31	32	68	79	10.7
175v	27	32	68	73	4.6
193v	27	36	77	76	0.8
209v	27	36	77	91	14.3
225v	26	27	57	55	2.9
239v	26	32	68	82	13.7
243v	33	42	89	27	62.1
250v	25	31	66	70	3.7
267v	30	29	62	61	1.1
273v	18	28	60	85	25.3
	34	47 (maximum waarden)			

