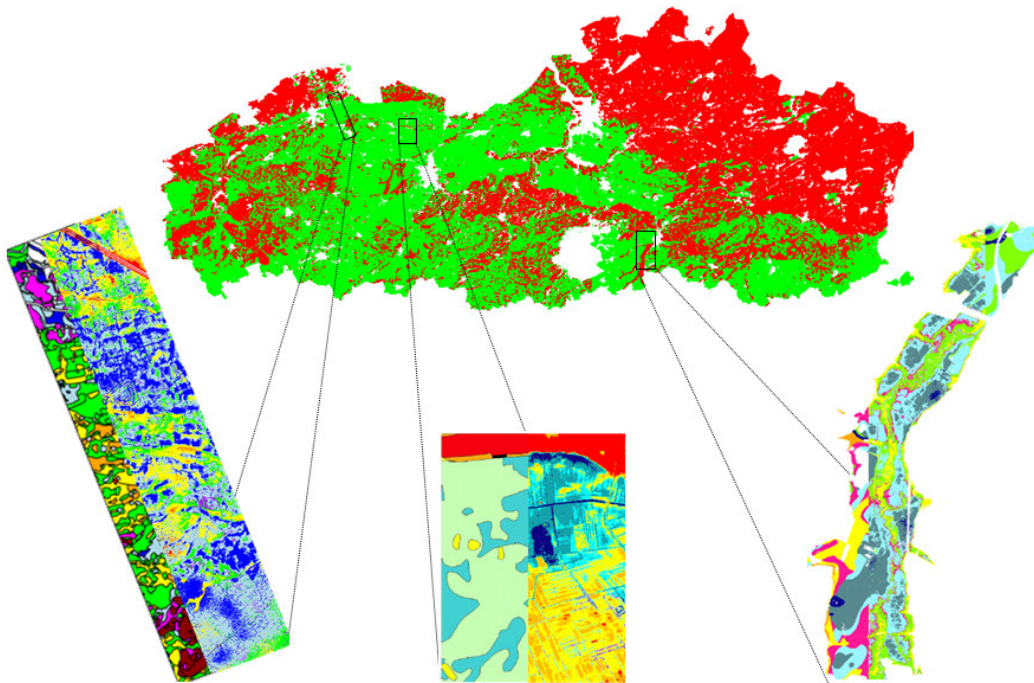


ONTWIKKELEN EN UITTESTEN VAN EEN METHODIEK VOOR HET ACTUALISEREN VAN DE DRAINAGEKLASSE VAN DE BODEMKAART VAN VLAANDEREN

EINDRAPPORT

In opdracht van Departement Leefmilieu, Natuur en Energie



**Universiteit Gent, vakgroep Geologie en Bodemkunde
Prof. Dr. P.A. Finke
Ir. J. Van de Wauw**

**Hogeschool Gent, departement Biowetenschappen en
Landschapsarchitectuur
Prof. Dr. G. Baert**

2010

INHOUDSOPGAVE

1.	INLEIDING	9
2.	GEBRUIKERSINVENTARISATIE.....	11
2.2.	Bevraagden	11
2.2.2.	Selectie van de te bevragen personen.....	11
2.2.3.	Respons	12
2.3.	Doelstellingen van de bevraging en resultaten	12
2.3.1.	Doelstellingen	12
2.3.2.	Toepassingen	13
2.3.3.	Overzicht en prioritering van de beperkingen	15
2.3.3.1.	Methode	15
2.3.3.2.	Resultaten	16
2.3.4.	Prioritering van de behoefte aan aanvullende parameters	18
2.3.4.1.	Methode	18
2.3.4.2.	Resultaten	19
2.3.5.	Regionale oplijsting van het gebruik en de beperkingen.....	20
2.3.6.	Actualisatiebehoefte in Vlaamse en regionale context.....	20
2.3.7.	Nood aan een drainageklassenkaart voor de kustvlakte	21
2.3.8.	Actualisatiebehoefte in gebieden met stuwwatertafels	21
2.3.9.	Voorkeuren voor actualisatiemethodieken en kaartschalen	22
2.4.	Interactie met Stuurgroep en besluit	23
3.	BUREAUSTUDIE ACTUALISATIEMETHODEN	25
3.1.	Inleiding	25
3.2.	Basisbegrippen en kwaliteitsparameters	25
3.2.1.	Drainageklasse, GHG, GLG, GVG.....	25
3.2.2.	Vaststellen van de GxG op puntlocaties	27
3.2.3.	Kwaliteitsparameters bij drainageklassenkaarten en GxG-kaarten	28
3.3.	Actualisatiemethoden op basis van bestaande kaartvlakken	29
3.3.1.	Enkele algemene bemerkingen	29
3.3.2.	Methoden gebaseerd op alleen peilbuisinformatie.....	30
3.3.2.1.	A: Actualisatie per unieke drainageklasse met optimalisatie	30
3.3.2.2.	B: Actualisatie per unieke drainageklasse zonder optimalisatie	31
3.3.2.3.	C: Actualisatie per combinatie drainageklasse/ingreepgebied met optimalisatie	31
3.3.2.4.	D: Actualisatie per combinatie drainageklasse/ingreepgebied zonder optimalisatie	32
3.3.3.	Methoden gebaseerd op peilbuisinformatie en gerichte opnames	32
3.3.3.1.	E: Actualisatie met een gestratificeerde aselechte steekproef met optimalisatie	32
3.3.3.2.	F: Actualisatie met een gestratificeerde aselechte steekproef zonder optimalisatie	33
3.3.3.3.	G: Actualisatie met de observaties binnen het kaartvlak	34
3.3.3.4.	H: Actualisatie met de modale kriging schatting per kaartvlak	34
3.3.3.5.	I: Actualisatie op basis van de opinies van grondgebruikers	35
3.4.	Actualisatiemethoden op basis van herkartering	35
3.4.1.	J: Geostatistische herkartering met gerichte opnamen en ruimtelijke hulpinformatie	35
3.4.2.	K: Ambachtelijke herkartering	40
3.5.	Ervaringen met actualisatiemethoden.....	40
3.5.1.	Gedocumenteerde actualisatiestudies	40
3.5.2.	Gedocumenteerde kwaliteit	41
3.5.3.	Gedocumenteerde kosten	44
3.5.4.	Discussie	45
3.6.	Interactie met Stuurgroep en consequenties voor proefproject in Vlaanderen.....	47
4.	PROEFACTUALISATIES IN VLAANDEREN	49
4.1.	Gebieden voor proefactualisaties	49
4.1.1.	Aandachtspunten.....	49
4.1.2.	Vertaling van aandachtspunten naar activiteiten in proefgebieden	50
4.1.2.1.	Extra activiteiten in bestaande proefgebieden	50
4.1.2.2.	Activiteiten in nieuw proefgebied Moerkerke-Damme	50
4.2.	Methoden	52
4.2.1.	Vertaling veldmetingen naar punt-GxG	52
4.2.2.	Gebiedsdekkende ruimtelijke hulpinformatie	53
4.2.3.	Toegepaste karteringsmethoden.....	54
4.3.	Resultaten	54

4.3.1.	Proefactualisatie Dijlevallei.....	54
4.3.1.1.	Kartering.....	54
4.3.1.2.	Validatie	55
4.3.2.	Proefactualisatie Kluizen	55
4.3.2.1.	Kartering.....	55
4.3.2.2.	Validatie	56
4.3.3.	Proefactualisatie Moerkerke-Damme	57
4.3.3.1.	Kartering.....	57
4.3.3.2.	Validatie	59
4.4.	Conclusie over best presterende actualisatiemethode en context	61
4.5.	Advies voor actualisatiemethode in Vlaanderen.....	63
5.	ACTUALISERINGSNOODZAAK IN VLAANDEREN EN KOSTENRAMING.....	65
5.1.	Methode voor bepaling actualiseringsnoodzaak.....	65
5.1.1.	Definitie van deelgebieden	67
5.1.2.	Conversie beschikbare tijdreeksgegevens.....	69
5.1.2.1.	Beschikbare lange referentiereeksen	69
5.1.2.2.	Tijdreeksanalyse	70
5.1.2.3.	Berekenen van de GHG en GLG in de peilbuizen met korte reeksen.....	70
5.1.3.	Berekening kwaliteit van bestaande kaarten op puntlocaties en per deelgebied	73
5.2.	Resultaten van de bepaling van de actualiseringnoodzaak.....	73
5.2.1.	Ecoregio van de cuesta's	75
5.2.2.	Ecoregio van de Kempen	77
5.2.3.	Ecoregio van de kustduinen	78
5.2.4.	Ecoregio van de Midden-Vlaamse overgangsgebieden.....	79
5.2.5.	Ecoregio van de Pleistocene riviervalleien.....	80
5.2.6.	Ecoregio van de polders en de getijdenschelde	81
5.2.7.	Ecoregio van de westelijke interfluvia	82
5.2.8.	Ecoregio van de zuidwestelijke heuvelzone.....	83
5.2.9.	Ecoregio's van de zuidoostelijke heuvelzone en krijt-leemgebieden	84
5.3.	Conclusies over het actualisatie-areaal in Vlaanderen.....	85
5.4.	Kostenschatting.....	87
5.4.1.	Een aangepaste kostenfunctie	87
5.4.2.	Toepassing van de aangepaste kostenfunctie	87
5.5.	Besluit.....	88
6.	BEVRAGING WALLONIË BETREFFENDE ACTUALISATIE DRAINAGEKLASSEN	
	BODEMKAARTEN WAALS GEWEST	89
6.1.	Inleiding	89
6.2.	Bespreking	89
6.3.	Besluit.....	90
7.	SAMENVATTING EN BESLUIT	93
	REFERENTIES	95
	BIJLAGEN	98
	Bijlage 1: Bevragingsformulier	99
	Bijlage 2: Overzicht van de beperkingen, actuele en potentiële gebruiksiteit	107
	Bijlage 3: Verslag stuurgroepbijeenkomst 0 (5-2-2009).....	111
	Bijlage 4: Verslag stuurgroepbijeenkomst 1 (5-5-2009).....	115
	Bijlage 5: Verslag stuurgroepbijeenkomst 2 (29-6-2009).....	119
	Bijlage 6: Verslag bijeenkomst 3 (19-10-2009)	123
	Bijlage 7: Verslag stuurgroepbijeenkomst 4 (21-9-2010).....	125
	Bijlage 8: Verslag stuurgroepbijeenkomst 5 (29-11-2010).....	129
	Bijlage 9: Kaarten met actualisatiearealen voor 3 scenario's	131
	Bijlage 10: Omzettingstabel Vynckier van geomorfologische naar morfogenetische legende voor de kuststreek (met aanvulling)	135
	Bijlage 11: Bevraging betreffende actualisatie drainageklassenkaarten Waalse gewest.....	143

FIGUREN

Figuur 1 Codering van de wegingsparameters voor de prioritering van de beperkingen	15
Figuur 2 Vraag en voorbeeld van antwoord met betrekking tot de te vermelden parameters op drainageklassenkaart	19
Figuur 3 Spreiding van toepassingen van de drainageklassenkaart in Vlaanderen	20
Figuur 4 Verschillen in beperkingen per regio.....	20
Figuur 5 Verschillen tussen regio's in actualisatiebehoefte	21
Figuur 6 Textuurklassen van de Belgische Bodemkaart 1 / 20 000 (Van Ranst en Sys, 2000)	26
Figuur 7 Definitie van de drainageklasse op basis van de begindieptes van gleyverschijnselen en de reductiezone (Van Ranst en Sys, 2000).....	26
Figuur 8 Schematische werkwijze bij de kaartvlaksgewijze actualisatie van drainageklassenkaarten volgens methoden A-H. De feitelijke aanpak verschilt iets per beschreven methode	30
Figuur 9 Schematische werkwijze bij de herkartering van drainageklassenkaarten volgens methode J (Finke et al., 2004).....	36
Figuur 10 Voorbeelden van ruimtelijke hulpinformatie	38
Figuur 11 Kosten van actualisatiemethoden als functie van gebiedsoppervlak (naar Finke, 2000)	45
Figuur 12 Gehanteerde legende bij de proefactualisaties.....	49
Figuur 13 Ligging van de twee voorgestelde proefgebieden in Vlaanderen	51
Figuur 14 Drainageklassenkaart van de twee voorgestelde proefgebieden	51
Figuur 15 Gemeten grondwatertafels tijdens de gerichte opnames van augustus 2009 en maart 2010 ..	57
Figuur 16 Kwaliteit van de puntschattingen van de GxG bij de kartering Moerkerke-Damme	57
Figuur 17 Drainageklassekaarten gebied Moerkerke-Damme.....	60
Figuur 18 Kwaliteitsparameters van kaarten uit herkarteringen bij verschillende waarnemingsdichtheden	62
Figuur 19 Bepaling van de graad van onzuiverheid van de drainageklassenkaart op de locatie van 1 puntmeting van GHG en GLG	66
Figuur 20 Kwaliteitscriteria gehanteerd voor Gt-kaarten in Nederland en evolutie van een kaartblad doorheen de tijd (Finke, 2007).....	66
Figuur 21 Kaarten van 4 alternatieve gebiedsindelingen	69
Figuur 22 Werkwijze Gt kortereeks	71
Figuur 23 Werkwijze gerichte opname	71

TABELLEN

Tabel 1	Overzicht bevroegden en respons	12
Tabel 2	Doelstellingen van de bevraging	12
Tabel 3	Afkortingen gebruikers (zie Tabel 4)	13
Tabel 4	Overzicht van de toepassingen van de bodemdrainageklassenkaarten. Voor de betekenis van de afkortingen zie Tabel 3	14
Tabel 5	Brongegevens, mogelijke getalwaardes en analyse-parameters bij de prioritering van beperkingen	15
Tabel 6	Gesorteerde beperkingen op basis van aantal keren genoemd in de enquête	17
Tabel 7	Prioriteitsindicator actueel gebruik (PAG) en prioritaire beperkingen op basis van relatieve gebruikintensiteit (relG).....	18
Tabel 8	Prioriteitsindicator potentieel gebruik (PPG) en prioritaire beperkingen op basis van relatieve gebruikintensiteit en effectniveau van opheffing beperkingen (rel[G+E]).....	18
Tabel 9	Te beschouwen prioritaire beperkingen op basis van prioriteitsindicator actueel gebruik (PAG), prioriteitsindicator potentieel gebruik (PPG) en aantal keren genoemd in de enquête.....	18
Tabel 10	Prioritering van de behoefte aan aanvullende parameters	19
Tabel 11	Actualisatiemethodiek en kaartschaal	22
Tabel 12	Gekarteerde tijdreeksparameters bij herkartering in Nederland	39
Tabel 13	Gedocumenteerde actualisatiestudies (grondwatertrappenkaarten)	41
Tabel 14	Kentallen van gevalideerde actualisatiestudies in Nederland volgens methode K (ambachtelijke herkartering).....	42
Tabel 15	Kentallen van gevalideerde actualisatiestudies in Nederland en Vlaanderen	43
Tabel 16	Kostencomponenten bij de kaartvlaksgewijze actualisatie in Nederland (naar Finke, 2000)	44
Tabel 17	Conclusies over de toepasbaarheid van 11 actualisatiemethoden in Vlaanderen	46
Tabel 18	Koppeling van aandachtspunten aan (eerdere) proefstudies	50
Tabel 19	Oppervlakten van de verschillende drainageklassen in beide voorgestelde proefgebieden	52
Tabel 20	Enkele kentallen bij de 3 karteringsstudies	53
Tabel 21	Herklassificatietabel methode E voor gebied Dijlevallei.....	54
Tabel 22	Geselecteerde hulpinformatie bij de multiple lineaire regressie in gebied Dijlevallei.....	55
Tabel 23	Parameters van het (sferische) semi-variogram van de residuen in gebied Dijlevallei	55
Tabel 24	Resultaten van de validatie (28 locaties) in het gebied Dijlevallei. Beste resultaten zijn gemarkeerd	55
Tabel 25	Herklassificatietabel methode E voor gebied Kluizen	56
Tabel 26	Geselecteerde hulpinformatie bij de multiple lineaire regressie in gebied Kluizen	56
Tabel 27	Parameters van het (sferische) semi-variogram van de residuen gebied Kluizen.....	56
Tabel 28	Resultaten van de validatie (31 locaties) in het gebied Kluizen. Beste resultaten zijn gemarkeerd	56
Tabel 29	Herklassificatietabel methode E voor gebied Moerkerke-Damme	58
Tabel 30	Geselecteerde hulpinformatie bij de multiple lineaire regressie per stratum in gebied Moerkerke-Damme	58
Tabel 31	Parameters van het (sferische) semi-variogram van de gestandaardiseerde residuen in gebied Moerkerke-Damme	59
Tabel 32	Resultaten van de validatie (80 locaties) in het gebied Moerkerke-Damme. Beste resultaten zijn gemarkeerd	59
Tabel 33	Evaluatie van de verschillende stratificatieopties.....	68
Tabel 34	Aantal meetpunten met berekende GHG/GLG per combinatie van ecoregio/drainageklasse (na selectie op kwaliteit van GHG/GLG schattingen).....	68
Tabel 35	Niet gebruikte referentiereeksen	70
Tabel 36	Locaties met betrouwbare schatting van de GxG	72
Tabel 37	Geanalyseerd areaal. dk=drainageklasse; tg=textuurgroep (ALEU of ZSP)	73
Tabel 38	Kwaliteitsparameters van de drainageklassenkaarten van Vlaanderen per deelgebied	74
Tabel 39	Kruistabellen met aantal puntlocaties (boven) en oppervlaktepercentage (onder) per gemeten - en kaart- drainageklasse in Ecoregio van de cuesta's.....	75
Tabel 40	GHG- en GLG-verschuivingen in Ecoregio van de cuesta's	76
Tabel 41	Kruistabellen met aantal puntlocaties (boven) en oppervlaktepercentage (onder) per gemeten - en kaart- drainageklasse in Ecoregio van de Kempen.	77
Tabel 42	GHG- en GLG-verschuivingen in Ecoregio van de Kempen.....	77
Tabel 43	Kruistabellen met aantal puntlocaties (boven) en oppervlaktepercentage (onder) per gemeten - en kaart- drainageklasse in Ecoregio van de kustduinen.	78
Tabel 44	GHG- en GLG-verschuivingen in Ecoregio van de kustduinen.....	78

Tabel 45 Kruistabellen met aantal puntlocaties (boven) en oppervlaktepercentage (onder) per gemeten - en kaart- drainageklasse in Ecoregio van de Midden-Vlaamse overgangsgebieden.....	79
Tabel 46 GHG- en GLG-verschuivingen in Ecoregio van de Midden-Vlaamse overgangsgebieden ...	79
Tabel 47 Kruistabellen met aantal puntlocaties (boven) en oppervlaktepercentage (onder) per gemeten - en kaart- drainageklasse in Ecoregio van de Pleistocene riviervalleien.....	80
Tabel 48 GHG- en GLG-verschuivingen in Ecoregio van de Pleistocene riviervalleien	80
Tabel 49 Kruistabellen met aantal puntlocaties (boven) en oppervlaktepercentage (onder) per gemeten - en kaart- drainageklasse in Ecoregio van de polders en de getijdenschelde.....	81
Tabel 50 GHG- en GLG-verschuivingen in Ecoregio van de polders en de getijdenschelde	81
Tabel 51 Kruistabellen met aantal puntlocaties (boven) en oppervlaktepercentage (onder) per gemeten - en kaart- drainageklasse in Ecoregio van de westelijke interfluvia.....	82
Tabel 52 GHG- en GLG-verschuivingen in Ecoregio van de westelijke interfluvia	82
Tabel 53 Kruistabellen met aantal puntlocaties (boven) en oppervlaktepercentage (onder) per gemeten - en kaart- drainageklasse in Ecoregio van de zuidwestelijke heuvelzone.....	83
Tabel 54 GHG- en GLG-verschuivingen in Ecoregio van de zuidwestelijke heuvelzone	83
Tabel 55 Kruistabellen met aantal puntlocaties (boven) en oppervlaktepercentage (onder) per gemeten - en kaart- drainageklasse in Ecoregio's van de zuidoostelijke heuvelzone en krijt-leemgebieden	84
Tabel 56 GHG- en GLG-verschuivingen in de Ecoregio's van de zuidoostelijke heuvelzone en krijt-leemgebieden	84
Tabel 57 Kritische kwaliteitsgrenzen voor MAE_{GXG} per drainageklasse.....	85
Tabel 58 Resultaten van de evaluatie "scenario lokaal tolerant"	85
Tabel 59 Specificatie kostenfunctie voor actualisatie van drainageklassenkaarten. Percentages geven het relatieve aandeel in de kosten weer gebaseerd op ervaringen in Nederland.....	87
Tabel 60 Invoerparameters van de kostenfunctie voor actualisatie van drainageklassenkaarten in Vlaanderen toegepast in 3 actualisatiescenario's. Scenario A=Regionaal streng; B=Regionaal tolerant; C=Lokaal tolerant	87

1. INLEIDING

Het vermoeden bestaat, dat ten gevolge van menselijk ingrijpen in de waterhuishouding (o.a. drainering van landbouwgronden, mogelijks ook grondwateronttrekkingen, terreinegalisaties en -ophogingen en aan klimaatverandering gerelateerde effecten) de op de bodemkaart schaal 1 / 20 000 weergegeven drainageklasse niet meer conform de realiteit ("actueel") is. Een systematisch onderzoek naar de reikwijdte van dit probleem is nog niet uitgevoerd. Voor de Vlaamse situatie zijn op dit moment geen operationele actualisatiemethodieken beschikbaar.

De Vlaamse overheid heeft daarom aangegeven (TWOL-2008: OL200700078 en Bestek BOD/STUD/2008/03) behoefte te hebben aan de ontwikkeling en het uittesten van een methodiek voor het actualiseren van de drainageklasse van de Vlaamse bodems. Dit bestek heeft geleid tot een project uitgevoerd door de Universiteit Gent en de Hogeschool Gent.

Het project beoogt de realisatie van de volgende doelstellingen:

1. Het nagaan van de noden van een gebruikersgroep van de huidige drainageklassenkaart zodat criteria ten aanzien van kwaliteit, gebruikswaarde, te karteren parameters, etc kunnen worden vastgesteld;
2. De evaluatie van mogelijke methoden voor de actualisatie van drainageklassenkaarten tegen het licht van de Vlaamse situatie ten aanzien van beschikbare data, de noden van de gebruikers en kosten- en kwaliteitsaspecten van de betreffende methoden;
3. De selectie van (een) geschikte methode(n) en evalueren van die methode(n) in een aantal case studies in Vlaanderen, gebruikmakend van reeds uitgevoerde case studies waar mogelijk en van validatiewaarnemingen;
4. Het formuleren en uitvoeren van een methode om de noodzaak tot actualisering gebiedsdekkend vast te stellen;
5. Het schatten van de kostprijs en benoemen van kritische succesfactoren van een actualisatie in actualiseringsbehoeftegebieden in Vlaanderen en inventariseren van de activiteiten op dit gebied in Wallonië.

Het onderliggend rapport beschrijft hoe de doelstellingen zijn gerealiseerd, welke werkwijze daarbij is gevolgd en welke resultaten zijn verkregen. Hoofdstuk 2 bevat de inventarisatie van de gebruikersnoden. De evaluatie van mogelijke actualisatiemethoden is uitgevoerd in een bureaustudie en staat in Hoofdstuk 3. Aan het eind van beide hoofdstukken staan de conclusies vermeld die, na gereedkomen en presentatie van de gebruikersinventarisatie en de bureaustudie, in overleg met de leden van de Stuurgroep werden getrokken. Hoofdstuk 4 beschrijft een 3-tal proefactualisaties welke voorafgaand aan en binnen dit project in Vlaanderen werden uitgevoerd, gebruikmakend van de meest perspectiefvolle actualisatiemethoden uit hoofdstuk 3. In hoofdstuk 5 wordt de actualisatienoodzaak in kaart gebracht, uitgaande van een meting van de kwaliteit van de huidige drainageklassenkaart in peilbuizen verspreid over Vlaanderen. In dit hoofdstuk worden ook een aantal scenario's voor actualisatie doorgerekend in termen van areaal en vermoedelijke kosten. In hoofdstuk 6 wordt de situatie in Wallonië ten aanzien van onderzoek naar de actualisatie van drainageklassenkaarten geschetst, uitgaande van een aantal enquêtes. Hoofdstuk 7 tenslotte bevat een korte synthese van het onderzoek.

2. GEBRUIKERSINVENTARISATIE

2.1. Introductie

De gebruikersinventarisatie is uitgevoerd onder gekende gebruikers van de huidige drainageklassenkaart om hun noden te leren kennen. Conform de eerste projectdoelstelling diende uit de evaluatie van de gegeven antwoorden de huidige perceptie van kwaliteit en gebruikswaarde van deze kaart te worden afgeleid. Daarnaast moest de inventarisatie het mogelijk maken om criteria te formuleren ten aanzien van gewenste kwaliteit en gebruikswaarde en eventueel nieuw te karteren parameters.

De gebruikersinventarisatie werd uitgevoerd d.m.v. een enquête (zie Bijlage 1), opgesteld in samenspraak met de stuurgroep. De resultaten van de bevraging zullen hieronder verder in detail besproken worden, de tabel met de door de respondenten aangegeven beperkingen van de drainageklassenkaarten zijn terug te vinden in Bijlage 2.

De resultaten van de bevraging laten toe de (vanuit gebruikersperspectief) meest wenselijke methoden voor een actualisatie van de bodemdrainageklassenkaarten te selecteren voor de Vlaamse situatie. Deze methoden zullen later in dit project worden toegepast in een proefkartering.

In dit hoofdstuk gaan we eerst in op de bevroegde groep en de response, en daarna op de doelen van de gestelde vragen en de bekomen antwoorden.

2.2. Bevroegden

2.2.1. Tijdsverloop

Na finalisatie van de definitieve versie van de enquête (Bijlage 1), in overleg met de stuurgroep, en het opstellen van de lijst van te bevragen personen/instellingen, werd deze doorgestuurd naar een totaal van 94 personen, dit in 4 rondes. De bevraging werd afgesloten eind maart 2009. Meer details zijn weergegeven in het volgend tijdschema:

- 05/02/2009: startvergadering : 1ste versie enquête
- 6-24/02/2009: herwerking enquête, opstellen lijst bevraging
- 25/02/2009: doorsturen enquête 1ste ronde (50)
- 08/03/2009: doorsturen enquête 2de ronde (10) (instellingen, universiteiten/hogescholen)
- 14/03/2009: doorsturen enquête 3de ronde (14) (RL, proefcentra)
- 20/03/2009: doorsturen enquête 4de ronde (17) (studiebureaus)
- Doorgestuurd naar anderen via bevroegden: 3
- 27/03/2009: limietdatum indiening enquêtes
- 30/03/2009+: verwerking resultaten.

2.2.2. Selectie van de te bevragen personen

De bevroegden betreffen dus personen werkzaam bij instellingen van de Vlaamse Overheid, proefcentra, universiteiten/hogescholen, regionale landschappen, studiebureau's, provincies en gemeenten. Een overzicht is weergegeven in Tabel 1.

De te bevragen personen/instellingen, naast de leden van de stuurgroep, werden geselecteerd uit:

- klantenlijsten van AGIV (Agentschap voor Geografische Informatie Vlaanderen): klanten die recentelijk de digitale bodemkaart van Vlaanderen aangekocht hebben;
- de ledenlijst van de Belgische Bodemkundige Vereniging;
- de lijst van erkende MER-deskundigen; en
- de lijst van erkende bodemsaneringsdeskundigen.

Verondersteld werd dat de aangeschrevenen gebruikers zijn van de bodemkaarten, en daarmee ook van de bodemdrainageklassenkaart.

Tabel 1 Overzicht bevroegden en respons

Bevroegden	Totaal	Respondenten			Geen antwoord
		Respons	Ingevuld	Geen gebruik	
Instellingen Vlaamse Overheid	21	16	9	7	5
Proefcentra	12	8	6	2	4
Universiteiten/Hogescholen	21	16	13	3	5
Regionale Landschappen	6	3	0	3	3
Studiebureau's	24	7	4	3	17
Provincies	5	2	1	1	3
Gemeenten	5	3	1	2	2
Totaal	94	55	34	21	39
%	100	58	36	22	42

De enquête werd elektronisch doorgestuurd naar de bevroegden. Bepaalde respondenten werden telefonisch gecontacteerd voor verduidelijking van bepaalde antwoorden.

2.2.3. Respons

De respons is voorgesteld in Tabel 1. Tevens wordt in deze tabel een onderscheid gemaakt in respons tussen de verschillende categorieën van bevroegden.

Van de 94 bevroegden hebben 55 personen geantwoord (58%). 34 respondenten (36% van totaal aantal bevroegden) hebben een ingevulde bruikbare enquête teruggestuurd, 21 respondenten (22%) hebben gemeld geen gebruik te maken van de bodemdrainageklassenkaarten. 39 personen/instellingen hebben totaal niet gereageerd op de oproep.

Uit Tabel 1 blijkt duidelijk dat de overheidsinstellingen, proefcentra en onderwijsinstellingen de hoogste response gaven op de enquête en ook een grote gebruiker zijn van de bodemdrainageklassenkaarten.

Van de respondenten zijn bijna 60% bio-ingenieur (meestal optie land & bos, of milieu) van opleiding, 17% geoloog (specialisatie bodemkunde of hydro-geologie) en 17 % geograaf (specialisatie bodemkunde, erosie, ecologie of landschapskunde). De resterende respondenten zijn bioloog (ecologie) of burgerlijk ingenieur.

2.3. Doelstellingen van de bevraging en resultaten

2.3.1. Doelstellingen

Het algemeen doel van deze bevraging was het identificeren van de gebruikers van bodemdrainageklassekaarten en hun toepassingen van deze kaarten, alsook van hun wensen met betrekking tot actualisatie op basis van de geconstateerde beperkingen. Voor de verwerking zullen een aantal afgeleide doelen apart behandeld worden, zoals weergegeven in Tabel 2 (met overeenstemmende vragen in de enquête).

De verwerking en evaluatie van de verschillende doelen worden in volgende secties toegelicht. De gebruikers zijn zowel bij bewerking als bij presentatie weergegeven als instelling. Meerdere respondenten per instelling werden afzonderlijk verwerkt (vb. INBO1, INBO2,).

Tabel 2 Doelstellingen van de bevraging

Doel	Omschrijving	Enquêtevragen
1	Algemeen overzicht en categorisering van toepassingen van de bodemdrainageklassenkaart	2.1
2	Algemeen overzicht en prioritering van de belangrijkste beperkingen op basis van de gebruiksintensiteit (G), het beperkingsniveau (B) en het effectniveau van het oplossen van de beperking (E)	2.4 en 2.6
3	Prioritering van de behoefte aan aanvullende parameters	2.14
4	Regionale oplijsting van het gebruik en de beperkingen van de drainageklassenkaart	2.5 en 2.7
5	Actualisatiebehoefte op Vlaamse en regionale schaal	2.8, 2.9
6	Nood aan een drainageklassenkaart voor de kustvlakte	2.10
7	Actualisatiebehoefte voor stuwwatertafels	2.11
8	Wensen ten aanzien van de actualisatiemethodiek en eventuele kaartschaal	2.12 en 2.13

2.3.2. Toepassingen

De respondenten werd gevraagd per toepassing een reeks vragen te beantwoorden. Het enquêteformulier bood de mogelijkheid voor maximaal 5 toepassingen de eventuele beperkingen van de drainageklassenkaart aan te geven. Slechts één van de respondenten beantwoordde voor 5 toepassingen de vragen; de meeste gaven 1 of 2 toepassingen.

Door de 34 personen die de enquête invulden werden 61 toepassingen aangegeven. Een overzicht van deze toepassingen is weergegeven in Tabel 4.

Kort samengevat situeren de toepassingen zich vooral in:

- Landevaluatie: het bepalen van de bodemgeschiktheid voor een bepaald gebruik (landbouw, tuinbouw, natuur, ...);
- Standplaatskarakterisatie (ecologie);
- Modellerings (grondwater, infiltratie, erosie, eco-hydrologisch, uitspoeling N & pollutanten, ...);
- Verdroging;
- Bodemverontreiniging.

Tabel 3 Afkortingen gebruikers (zie Tabel 4)

Afkorting	Organisatie
Pr_Antwerpen	Provincie Antwerpen/ Ruimtelijke ordening
Arcadis2	Arcadis / Ecologie
Arcadis1	Arcadis / Hydrogeologie
BDB	Bodemkundige Dienst van België
Gem_Gent	Stad Gent
Geotechniek	Geotechniek Vlaanderen
Hogent-Bodem	Hogeschool Gent / Bodemkunde
Hogent-Landschap2	Hogeschool Gent / Landschapsplanning
Hogent-Bodem2	Hogeschool Gent / Bodemkunde
ILVO1	Instituut voor Landbouw- en Visserijonderzoek / Plant
IMDC	International Marine & Dredging Consultants
INBO1..5	Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek
KUL-Bodem	KULeuven, Bodemkunde
KUL-Erosie1	KULeuven, Erosie
KUL-Bos2	KULeuven, Bosologie en -beheer
LNE	Department Leefmilieu, Natuur en Energie / Afdeling Land en Bodembescherming, Ondergrond, Natuurlijke Rijkdommen
LV	Agentschap voor Landbouw en Visserij
RSK--Benelux	RSK Consultant
UCL	UCL, Departement geografie
UG-Bodembeheer1..2	UGent - Vakgroep Bodembeheer en Bodemhygiëne
UG-Hydrogeologie	UGent - Vakgroep Geologie en Bodemkunde / Hydrogeologie
UG-Bodem	UGent - Vakgroep Geologie en Bodemkunde / Bodemkunde
UG-Bos	UGent - Vakgroep Bos- en Waterbeheer
VITO	Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek
VMM1..3	Vlaamse Milieu Maatschappij
VLM	Vlaamse Land Maatschappij
VUB-Hydrologie	VUB - Vakgroep Hydrologie en Waterbouwkunde
ss	sensu stricto

Tabel 4 Overzicht van de toepassingen van de bodemdrainageklassenkaarten. Voor de betekenis van de afkortingen zie Tabel 3

Gebruiker	Toepassing	Categorie
LV	Advisering ruimtelijke plannen	Advisering invloed ingreep RO op landbouwgrond
VMM1	Begroting grondwaterberging	Begroting grondwaterberging
VLM	Desktoanalyse bij aanvraag beheersovereenkomst	Beheersovereenkomsten, erosiebestrijdingsmaatreg'n
INBO1	Relatie Belg class met intern class	Bodemclassificatie
Hogent-Landschap2	Bepalen bodemgeschiktheid	Bodemgeschiktheid alg
UG-Bodem	Landevaluatie	Bodemgeschiktheid alg
BDB	Bepaling bodemgeschiktheid land- en tuinbouw	Bodemgeschiktheid land- en tuinbouw
KUL-Bodem	Bodemgeschiktheidsbepaling	Bodemgeschiktheid land- en tuinbouw
Hogent-Bodem2	Bodemgeschiktheidbepaling Land en tuinbouw	Bodemgeschiktheid Land- en tuinbouw
INBO5	Abiotische geschiktheid voor natuurtypen	Bodemgeschiktheid natuur
Arcadis2	Afleiding historische GW-stand	Bodemgeschiktheid natuur
INBO1	Bodemgeschiktheid natuurlijke vegetatie	Bodemgeschiktheid natuur
INBO4	Standplaatsevaluatie terrestrische ecosystemen	Bodemgeschiktheid natuur
BDB	Bodemsanering	Bodemverontreiniging
Gem Gent	Verspreidingsrisico polluenten	Bodemverontreiniging
UG-Bodembeheer1	Verspreidingsrisico polluenten	Bodemverontreiniging
BDB	Drainagevoorontwerp	Drainage
INBO4	Ecohydrologische modellen	Eco-hydrologische modelering
BDB	Ecologisch studies	Eco-hydrologische modelering
VMM3	Groepering naar ecologische bodemklassen	Eco-hydrologische modelering
IMDC	Impact verdroging op standplaatsen	Eco-hydrologische modelering
Arcadis1	Standplaats eco-hydrologie	Eco-hydrologische modelering
BDB	Effecten van oppomping, droogzuiging op bodem	Effecten droogzuiging op bodem
BDB	Bodem water houdend vermogen	Effecten GW winning
UG-Bodem	Effecten van GW-winning	Effecten van GW-winning
RSK--Benelux	Risico bodemverdichting	Gevoeligheidsbepaling bodemverdichting
UG-Bodembeheer2	Risicostudie bodemverdichting aanleg sportvelden	Gevoeligheidsbepaling bodemverdichting sportvelden
LNE	Gevoeligheidskartering bodemverdichting	Gevoeligheidskartering bodemverdichting
VMM2	Effecten GW-beheer op o.a. landbouwproductie	GW modelering
VUB-Hydrologie	Bepaling van kwelgebieden	GW-modellering
IMDC	Definitie randvoorwaarden	GW-modellering
UG-Hydrogeologie	Inschatten waterpeilen nabij watertafel	GW-modellering
Arcadis1	Inschatting infiltratie	Infiltratie
Geotechniek	Inschatten doorlatendheidskar'n bovengrond vr infiltratiedoeleinden	Infiltratie (bekkens)
Gem Gent	Criteriua inplanting ruimt. functies infiltratiemogelijkheden, wateroverlast	Infiltratie (bekkens)
BDB	Inschatting infiltratie	Infiltratie (bekkens)
Pr Antwerpen	Onderzoek infiltratiemogelijkheden	Infiltratie (bekkens)
BDB	Irrigatiebehoeftes	Irrigatie
VLM	Landbouwkundige studies, landbouwgevoeligheidsstudies	Landbouwgevoeligheidsstudies, landinrichting
UCL	Modelleren organisch koolstof gehalte	Modelleren organisch koolstof gehalte
KUL-Bos2	Modelleren en opschalen potentiële groei van bossen in VI	Modellering groei bos
ILVO1	Inschatting hooste en laagste GWT	Modellering N-uitspoeling
UG-Bos	Modellering van nutriëntenuitspoeling	Modellering van nutriëntenuitspoeling
VITO	modellering transport polluenten	Modellering verspreidingsrisico polluenten/nitraat
UG-Bodem	Monitoring ss GW	Monitoring ss GW
VLM	Uitwerken scenario's natuurinrichting, natuurontwikkeling	Natuurontwikkeling
INBO2	Originele drainagetoestand achterhalen	Originele drainagetoestand achterhalen
Pr Antwerpen	Inschatting grondwaterstand	Overstromingsgebied
KUL-Bodem	Praktische oefeningen bij de lessen	Praktische lessen bodemgeografie
KUL-Erosie1	Statistisch ruimtelijk modeleren grondverschuivingen	Ruimtelijk modeleren grondverschuivingen
LNE	Gevoeligheidskartering grondverschuivingen	Ruimtelijk modeleren grondverschuivingen
KUL-Erosie1	Statistisch ruimtelijk modeleren pijperosie	Ruimtelijk modeleren pijperosie
LNE	Gevoeligheidskartering winderosie	Ruimtelijk modeleren winderosie
Hogent-Landschap2	Bepalen ecologische potentie	Standplaatskarakterisatie
INBO4	On d standplaatskarakteristieken terr eco-systemen	Standplaatskarakterisatie
UG-Bos	Selectie van proefvlakken	Standplaatskarakterisatie
INBO3	Standplaatskarakterisatie	Standplaatskarakterisatie
Hogent-Bodem1	Ecologische projecten studenten en bureau's	Standplaatskarakterisatie bodem en GW
Arcadis1	Inschatten verdroging bij bepaalde ingrepen	Verdroging
INBO3	Impact verdroging op standplaatsen	Verdroging
VLM	Bodemkartering ruilverkaveling	Waardeschatting bodem

2.3.3. Overzicht en prioritering van de beperkingen

2.3.3.1. Methode

Voor het bepalen van de belangrijkste beperkingen wordt elke toepassing met bijhorende beperking als unieke combinatie geanalyseerd. De gebruiksintensiteit en het (vermoedelijke) effect van het oplossen van een beperking op de gebruiksintensiteit worden optioneel bij het bepalen van de prioritering van de beperkingen meegewogen.

De brongegevens en toegekende getalwaarden voor de prioritering van de beperkingen zijn samengevat in Tabel 5. De toekenning van de getalwaarden aan de gebruikte parameters is tevens voorgesteld in Figuur 1.

Tabel 5 Brongegevens, mogelijke getalwaarden en analyse-parameters bij de prioritering van beperkingen

Vraag	Antwoord mogelijkheden	Toekenning getalwaarden	Parameter in verdere verwerking
2.4	4 gebruiksintensiteiten per toepassing	Gebruiksintensiteit: >10 =4 5-10 =3 2-5 =2 ≤1 =1	G_i waarbij G =(actuele) Gebruiksintensiteit (1..4) en i =toepassing 1..n. Gebruiken als gewicht bij prioritering van gebruikerswensen.
2.6	4 niveaus van beperking van de toepassing	Beperking problematisch? Niet =1 Enigszins =2 Beperkend =3 Sterk beperkend =4	B_{ij} waarbij B =Beperkingsniveau (1..4) bij toepassing $i=1..n$ en beperking $j=1..m$. Gebruiken als gewicht bij bepalen van prioritering van gebruikerswensen.
2.6	3 niveaus van het effect van het oplossen van de beperking op de gebruiksintensiteit	Effect op gebruiksintensiteit: Neutraal =0 Positief =1 Zeer positief =2	E_{ij} waarbij E =Effectniveau (0..2) bij toepassing $i=1..n$ en beperking $j=1..m$. Gebruiken als correctie van het gewicht G bij prioritering van gebruikerswensen zodat een potentiële gebruiksintensiteit wordt verkregen.

2.4. (toepassing 1) Wat is de gebruiksintensiteit? Aanvinken in onderstaande tabel.

Gebruiksintensiteit (aantal keren per jaar)				
Bij >10 graag geschatte aantal keren:	> 10	5-10	2-5	≤ 1
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Toelichting: hoe regelmatig gebruikt u de drainageklassekaarten voor dit gebruiksdoel.

4 3 2 1 G-waarde: gebruiksintensiteit

Welke beperkingen?	Problematisch?				Effect van het oplossen van deze beperking op gebruiksintensiteit drainageklassekaart?		
	Sterk beperkend	Beperkend	Enigszins	Niet	Zeer positief	Positief	Neutraal
De bodemkaart is te weinig gedetailleerd zowel wat betreft de schaal 1/20 000 als het aantal drainageklassen dat onderscheiden wordt	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

B-waarde: beperkingsniveau 4 3 2 1 2 1 0 E-waarde: effectniveau

Figuur 1 Codering van de wegingsparameters voor de prioritering van de beperkingen

De beperkingen kunnen geprioriteerd worden hetzij door eenvoudige optelling van het aantal keren dat dezelfde beperking werd gemeld, of door hiernaast ook nog rekening te houden met de gebruiksintensiteit. In het laatste geval wordt aldus meer gewicht gegeven aan de beperkingen vermeld door actieve gebruikers van de bodemdrainagekaarten in vergelijking tot dezelfde beperking aangegeven door de occasionele gebruiker.

De werkwijze voor de prioritering rekening houdend met de gebruiksintensiteit is de volgende:

- Categoriseren*: alle genoemde beperkingen in alle enquêtes worden gecategoriseerd, zodat gelijke beperkingen die anders zijn geformuleerd toch samen worden genomen.
- Prioriteitsindicator Actueel Gebruik (PAG)*: per beperking per toepassing wordt de gebruiksintensiteit (G_i) vermenigvuldigd met het beperkingsniveau (B) en het resultaat per unieke beperking wordt gesommeerd over alle enquêtes.

$$\text{In formulevorm: } PAG = \sum_{i=1}^n G_i * B_j$$

- Prioriteitsindicator Potentieel Gebruik (PPG)*: per beperking per toepassing wordt de potentiële gebruiksintensiteit ($G+E$) vermenigvuldigd met het beperkingsniveau (B) en het resultaat per unieke beperking wordt gesommeerd over alle enquêtes. De potentiële gebruiksintensiteit is de actuele gebruiksintensiteitsklasse verhoogd met het effect van het oplossen van het probleem.

$$\text{In formulevorm: } PPG = \sum_{i=1}^n \max[(G_i + E_{ij}), 4] * B_j \text{ waarbij de som van } G_i + E_{ij} \text{ wordt}$$

begrensd tot maximaal 4 omdat er bij G_i tussentijdse ook maar 4 klassen zijn.

- Sorteren op PAG en PPG*: een tabel wordt opgesteld waarin per beperking de PAG en PPG wordt gegeven, en deze wordt gesorteerd zodat de hoogste PAG boven staat: de meest prioritaire beperking. Deze PAG-prioriteit wordt vergeleken met de PPG-prioriteitsvolgorde.
- Selectie van de meest prioritaire beperkingen bij actueel gebruik*: per beperking wordt de actuele gebruiksintensiteit (G_i) opgeteld en uitgedrukt als fractie van de over-all gesommeerde gebruiksintensiteit. De rangorde van PAG wordt daarmee opgesplitst in 2 delen: het meest prioritaire deel dat correspondeert met –bv- 80% van de gebruiksintensiteit en het minder prioritaire deel dat correspondeert met de rest (20%) van de actuele gebruiksintensiteit.
- Selectie van de meest prioritaire beperkingen bij potentieel gebruik*: per beperking wordt de gecorrigeerde ($G_i + E_{ij}$) (potentiële) gebruiksintensiteit opgeteld en uitgedrukt als fractie van de over-all gesommeerde potentiële gebruiksintensiteit. De rangorde van PPG wordt daarmee opgesplitst in 2 delen: het meest prioritaire deel dat correspondeert met –bv- 80% van de gebruiksintensiteit en het minder prioritaire deel dat correspondeert met de rest (20%) van de actuele gebruiksintensiteit.

Aldus zijn de wensen op 3 manieren geprioriteerd: (i) Op basis van het aantal meldingen in de enquête; (ii) mede op basis van de gebruiksintensiteit (PAG); (iii) mede op basis van het effect van het oplossen van de beperkingen op de gebruiksintensiteit (PPG).

2.3.3.2. Resultaten

In de 34 bruikbare bevragingen zijn 61 toepassingen van de drainageklassenkaarten vermeld, en worden 103 beperkingen gedefinieerd. Zoals reeds aangegeven, wordt voor de prioritering van de beperkingen elke toepassing met bijhorende beperking als unieke combinatie gebruikt. In totaal geeft dit dus 103 combinaties.

De aangegeven beperkingen zijn gecategoriseerd in 11 categorieën, zoals weergegeven in Tabel 6. Een eenvoudige sortering op aantal, zonder rekening te houden met de gebruikersintensiteit, is tevens voorgesteld in deze tabel, alsook de categorieën van toepassingen waarin deze beperkingen vooral geciteerd worden.

Tabel 6 Gesorteerde beperkingen op basis van aantal keren genoemd in de enquête

Beperking	Aantal	Voornaamste categoriën toepassingen
Niet actueel	43	Elke categorie
Geen kwantitatieve variabele	31	Vnl modellering verschillende thema's
Te weinig detail	17	Vnl bodemgeschiktheid, infiltratie, ecologie
Niet voldoende gegevens actuele drainage	3	Grondwaterberging, verdichting
Geen info temporele variatie	2	Modellering gevoeligheid verdichting en grondafschuivingen
Geen klassen veengebieden	1	Natuur
Te weinig info over brongebieden	1	Natuur
Geen info over GWT in droge gronden	1	Grondwatermodellering
Niet voldoende gegevens actuele infiltratie	1	Ingrep RO op landbouwgrond
Opgemaakt voor landbouw	1	Ecologie
Niet inzetbaar voor schatting hydraulische eigenschappen	1	Bodemverontreiniging
Geen drainageklasse bebouwde zone	1	Infiltratiebekken
Totaal	103	

Uit Tabel 6 valt meteen op dat 3 beperkingen sterk domineren (88%) boven de andere. Het betreft hier:

- het **niet actueel** zijn van de bodemdrainageklassen: onvoldoende overeenstemming met de klassen aangegeven op de kaarten. Deze beperking wordt vermeld bij haast elke toepassing;
- het **ontbreken van een kwantitatieve variabele**, vooral van toepassing bij modelleringen;
- **te weinig detail** op de drainageklassenkaarten: vooral ruimtelijk detail, i.e. niet in voldoende detail gekarteerd en het gebruik van complexen van drainageklassen. Dit is vooral van toepassing in vochtige valleibodems, en wordt voornamelijk geciteerd in de toepassingen landevaluatie, infiltratie en standplaatskarakterisatie voor ecologische doeleinden.

De volledige gegevensset van de beperkingen en het actueel en potentieel (na opheffing beperking) gebruik is weergegeven in Bijlage 2. Hieronder wordt alleen het eindresultaat van de verwerking naar gesorteerde PAG (Tabel 7) en PPG (Tabel 8) toe weergegeven, bekomen via de methode beschreven in 2.3.3.1. De lijst van de te beschouwen prioritaire beperkingen in de actualisatie werd bekomen door samenvoeging van Tabel 7 en Tabel 8, het resultaat is voorgesteld in Tabel 9.

Door de grote dominantie van de voornaamste beperkingen is de sortering van deze beperkingen op basis van PAG (Tabel 7) en PPG (Tabel 8) identiek aan deze in Tabel 6. Alleen bij de minder geciteerde beperkingen gaat de gebruiksintensiteit hier een grotere rol spelen.

Er werd vooropgesteld op de stuurgroepvergadering de meest prioritaire beperkingen die corresponderen met 80% van zowel de actuele gebruiksintensiteit (PAG, zie Tabel 7) als van de potentiële gebruiksintensiteit (PPG (zie Tabel 8) te beschouwen voor de actualisatie. Deze beperkingen zijn dezelfde als de belangrijkste vermeld in Tabel 6: 'niet actueel', 'geen kwantitatieve variabele' en 'te weinig detail'. De prioritering leverde dus voor de 3 gehanteerde methode telkens dezelfde prioritering op. Het resultaat staat vermeld in Tabel 9.

Tabel 7 Prioriteitsindicator actueel gebruik (PAG) en prioritaire beperkingen op basis van relatieve gebruikintensiteit (relG)

Beperking	PAG	relG	prioritair
Niet actueel	409	0.40	ja
Geen kwantitatieve variabele	274	0.30	ja
Te weinig detail	151	0.17	ja
Niet voldoende gegevens actuele drainage	31	0.03	nee
Geen info temporele variatie	28	0.03	nee
Geen klassen veengebieden	16	0.01	nee
Niet voldoende gegevens actuele infiltratie	16	0.01	nee
Opgemaakt voor landbouw	12	0.01	nee
Geen info over GWT in droge gronden	9	0.01	nee
Te weinig info over brongebieden	8	0.01	nee
Niet inzetbaar voor schatting hydraulische eigenschappen	6	0.01	nee
Geen drainageklasse bebouwde zone	6	0.01	nee
Totaal		1.00	

relG is de fractie van de gebruikintensiteit corresponderend met de beperking. De eerste 3 beperkingen corresponderen met 87% van de totale gebruikintensiteit.

Tabel 8 Prioriteitsindicator potentieel gebruik (PPG) en prioritaire beperkingen op basis van relatieve gebruikintensiteit en effectniveau van opheffing beperkingen (rel[G+E])

Beperking	PPG	Rel[G+E]	prioritair
Niet actueel	486	0.41	ja
Geen kwantitatieve variabele	314	0.29	ja
Te weinig detail	176	0.17	ja
Niet voldoende gegevens actuele drainage	40	0.03	nee
Geen info temporele variatie	28	0.03	nee
Geen klassen veengebieden	16	0.01	nee
Niet voldoende gegevens actuele infiltratie	16	0.01	nee
Opgemaakt voor landbouw	12	0.01	nee
Geen drainageklasse bebouwde zone	12	0.01	nee
Niet inzetbaar voor schatting hydraulische eigenschappen	12	0.01	nee
Geen info over GWT in droge gronden	12	0.01	nee
Te weinig info over brongebieden	8	0.01	nee
Totaal		1.00	

rel(G+E) is de fractie van de potentiële gebruikintensiteit corresponderend met de beperking. De eerste 3 beperkingen corresponderen met 87% van de totale potentiële gebruikintensiteit.

Tabel 9 Te beschouwen prioritaire beperkingen op basis van prioriteitsindicator actueel gebruik (PAG), prioriteitsindicator potentieel gebruik (PPG) en aantal keren genoemd in de enquête

Beperking	prioritair
Niet actueel	ja
Geen kwantitatieve variabele	ja
Te weinig detail	ja
Niet voldoende gegevens actuele drainage	nee
Geen info temporele variatie	nee
Geen klassen veengebieden	nee
Niet voldoende gegevens actuele infiltratie	nee
Opgemaakt voor landbouw	nee
Geen info over GWT in droge gronden	nee
Te weinig info over brongebieden	nee
Niet inzetbaar voor schatting hydraulische eigenschappen	nee
Geen drainageklasse bebouwde zone	nee

2.3.4. Prioritering van de behoefte aan aanvullende parameters

2.3.4.1. Methode

In vraag 2.14 (Figuur 2) van de enquête is gevraagd naar parameters welke op de nieuwe kaarten zouden moeten worden vermeld c.q. daarvan zouden moeten kunnen worden afgeleid. Om een rangschikking in prioriteit mogelijk te maken, werd verzocht een prioriteitsscore toe te kennen aan deze parameters, dit met een totaal van 9 punten te spreiden over de verschillende aangegeven parameters, zie voorbeeld in Figuur 2.

2.14. (toepassing 2) Welke extra parameters, anders dan de huidige drainageklasse en die nuttig zijn voor deze toepassing, moeten weergegeven (of afgeleid) kunnen worden op (van) de geactualiseerde drainageklassekaart. Geef een prioriteitscore in de rechter kolom waarbij u een totaal van 9 punten mag verdelen over de parameters. Graag invullen in de navolgende tabel.

Parameters	Prioriteits-score
GHG en GLG	3
Voorkomen van kwel	2
Voorkomen bronnen	1
Betrouwbaarheid/kwaliteit van de gekarteerde parameters	2
Minimum- en maximum waarden GWT	1
	Som = 9

Figuur 2 Vraag en voorbeeld van antwoord met betrekking tot de te vermelden parameters op drainageklassenkaart

De volgende methode werd gehanteerd voor de prioritering van de parameters:

- Categoriseren*: alle genoemde parameters bij de verschillende bevroegden bij vraag 2.14 categoriseren zodat gelijke parameters die anders zijn geformuleerd toch samen worden geteld.
- Optellen* van prioriteitscores over alle toepassingen en bevroegden per unieke parameter, vervolgens *sorteren* van de tabel.
- Vaststellen prioritaire parameters* door (i) de toepassingen met hoogste prioriteit te selecteren en (ii) te controleren (zie vraag 2.6¹) of een nieuwe parameter tevens een genoemde beperking opheft.

2.3.4.2. Resultaten

De resultaten en prioritering van de te vermelden parameters op drainageklassenkaart zijn voorgesteld in Tabel 10. In totaal werden er 12 parameters vermeld in de enquêtes.

Tabel 10 Prioritering van de behoefte aan aanvullende parameters

Parameter	Prioriteit-score	Cumulatieve verdeling	Heft tevens beperking op
		0	
GHG en GLG	252	45.9	Ja "Geen kwantitatieve variabele"; "Geen info temporele variatie"
Voorkomen kwel	65	57.7	Neen
Max en Min GWT	62	69.0	Ja "Geen kwantitatieve variabele"; "Geen info temporele variatie"
Betrouwbaarheid/kwaliteit parameters	53	78.7	Neen
Voorkomen bronnen	36	85.3	Ja "Te weinig info over brongebieden"
Regime curve	25	89.9	Ja "Geen kwantitatieve variabele"; "Geen info temporele variatie"
GVG	24	94.3	Ja "Geen kwantitatieve variabele"; "Geen info temporele variatie"
Duurlijnen	19	97.8	Ja "Geen kwantitatieve variabele"; "Geen info temporele variatie"
Zijn percelen gedraineerd?	5	98.7	Ja "Niet voldoende gegevens actuele drainage"
Diepte GWT	4	99.4	Mogelijk , maar niet zeker
Reactie opp. water op verandering GWT	2	99.7	Mogelijk , maar niet zeker
Fossiel grondwaterspiegel niveau	2	100	Neen
Totaal	549	100	

NB: de prioritaire wensen corresponderend met ca. 80% van de toegekende punten zijn groen gemarkeerd.

¹ Vraag 2.6 enquête: Wat zijn de beperkingen van de drainageklassenkaart voor deze toepassing? Gelieve per beperking de omvang ervan (B en E waarden) in de tabel (zie Figuur 1) weer te geven.

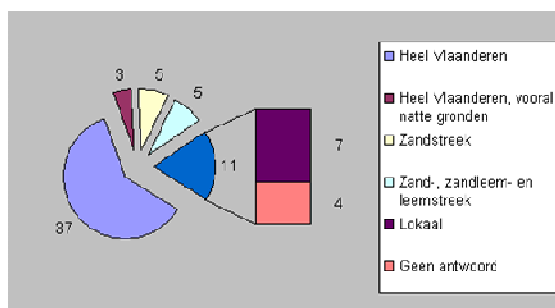
Het is overduidelijk dat de parameter 'GHG en GLG' de meest gewenste parameter (252/549) is voor aanduiding op de geactualiseerde bodemdrainageklassenkaarten. Tevens zal deze parameter de beperking 'ontbreken van een kwantitatieve variable' opheffen. De vraag naar deze parameter werd praktisch bij elke toepassing gesteld.

Bijkomende belangrijke (doch met lagere toegekende prioriteitsscores) parameters zijn 'Voorkomen van kwel', 'Max en Min GWT', 'Betrouwbaarheid/kwaliteit parameters' en 'Voorkomen van Bronnen'. Deze parameters zijn vooral van belang bij toepassingen als eco-hydrologische modellering, standplaatskarakterisatie en grondwatermodellering.

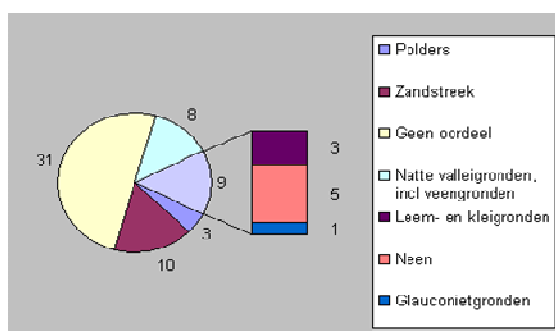
2.3.5. Regionale oplijsting van het gebruik en de beperkingen

Uit vraag 2.5 van de enquête ('waar wordt voor deze toepassing de drainageklassenkaart gebruikt') blijkt dat meer dan 50% van de toepassingen (37/61) plaatsvinden in gans Vlaanderen (Figuur 3). De resterende toepassingen situeren zich vooral in natte valleigonden, de zand-, zandleem- en leemstreek, of vooral op de locatie waar de instelling zich bevindt (vb. proefcentra).

Ongeveer 50% van de respondenten (31/61), zie Figuur 4, spreekt zich niet uit over eventuele verschillen in beperkingen tussen bepaalde regio's (vraag 2.7 van enquête), vaak omdat hun toepassing zich limiteert tot een beperkte regio. Bij de resterende respondenten situeren de verschillen in de beperkingen zich vooral in de zandstreek (10/60) en natte valleigonden (8/61), minder in de polders (3/61) en glauconietgronden (1/61). In glauconietgronden is het meestal heel moeilijk om gleyverschijnselen waar te nemen.



Figuur 3 Spreiding van toepassingen van de drainageklassenkaart in Vlaanderen



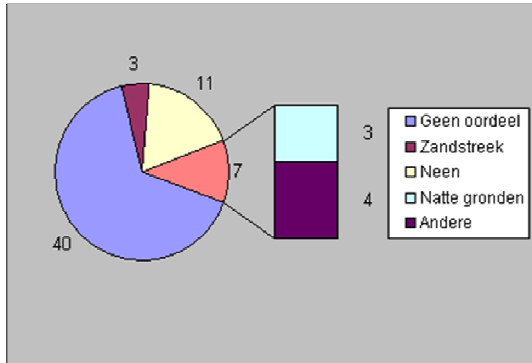
Figuur 4 Verschillen in beperkingen per regio

2.3.6. Actualisatiebehoefte in Vlaamse en regionale context

Op basis van de geformuleerde beperkingen per toepassing van de drainageklassekaarten is +/- 90% (56/61) voorstander van een actualisatie van deze kaart (vraag 2.8 van enquête).

Over de vraag of de actualisatiebehoefte verschillend is in verschillende regio's in Vlaanderen (vraag 2.9. van enquête) heeft het grootste deel van de respondenten geen oordeel (40/61) of vindt men dat

er geen verschil is (11/61) (Figuur 5). Door bepaalde respondenten werden verschillen vastgesteld in beperkingen vnl. in de zandstreek en natte gronden (zie Figuur 4), vandaar ook voor bepaalde respondenten de nood aan een verschillende actualisatiebehoefte in die regio's. Anderen (4/61) vermelden de nood aan drainageklassenkaarten van stedelijke (verstoorde gronden) of militaire gebieden waar geen gegevens over drainageklassen beschikbaar zijn.



Figuur 5 Verschillen tussen regio's in actualisatiebehoefte

2.3.7. Nood aan een drainageklassenkaart voor de kustvlakte

Een bodemdrainageklassenkaart is niet beschikbaar voor de kustvlakte. De bodemkartering is er gesteund op een classificatie die rekening houdt met geomorfologische en lithostratigrafische criteria.

Volgend antwoord werd bekomen op de vraag naar de noodzaak van een drainageklassenkaart in de kustvlakte (vraag 2.10. enquête):

- geen antwoord: 10/61 (vaak voor instellingen met gebruik drainageklassenkaarten in beperkte regio);
- ja: 36/61;
- neen: 15/61.

Ongeveer 60% van de bevroagden is dus voorstander van een drainageklassenkaart voor de kustvlakte, en laat de onderstaande motivaties noteren.

Motivatie pro:

- Ja, maar liever kwantitatief i.p.v. klassen (VMM gebruikt afgeleide kaart);
- Reeds projecten VLM in polders met opmaak bodemkaart en drainageklasse;
- Ook waterkundige ingrepen in kustvlakte, dus noodzaak aan drainagekaart;
- Nood aan eenduidigheid & uniformisering van bodemclassificatiesysteem over heel Vlaanderen, laat toe risicobeoordelingen, modelleringen, potenties natuur, ... op niveau Vlaanderen consistent uit te voeren;
- Bodemverdichting vormt ook risico in kustvlakte;
- Slecht gedraineerde gronden mogelijks sterk geaffecteerd door verandering GWT.

Motivatie contra

- Nodig?: grootste deel van kustvlakte is gedraineerd & beheerd;
- Niet relevant voor mijn onderzoek (vb. erosie, grondverschuivingen, geen bossen,);
- GWT in sterke mate bepaald door uitwateringsmogelijkheden.

2.3.8. Actualisatiebehoefte in gebieden met stuwwatertafels

Op de vraag naar de actualisatiebehoefte stuwwatertafels (vraag 2.11. enquête) werd volgend antwoord bekomen:

- geen antwoord: 17/61 (ook vaak voor instellingen met gebruik drainageklassenkaarten in beperkte regio, waar geen stuwwatertafel voorkomt);
- ja: 40/61;
- neen: 4/61.

De respondenten gaven de volgende motivaties voor hun standpunten:

Motivatie pro:

- Zijn van invloed op bodemeigenschappen (bv O.C);
- Van belang voor bepaalde geotechnische constructies: tunnels,...;
- Gelijkwaardig belang als freatische laag;
- Invloed op ontwikkeling en potenties van vegetaties;
- Speelt ook rol in waterhuishouding;
- Kan grondverschuivingen in de hand werken;
- Verschillende natuurtypes sterk afhankelijk van stuwwatertafels;
- Laat toe onderscheid te maken met echte kwelzones, eco-hydrologische studies;
- Relevant voor onderzoek naar pijperosie.

Motivatie contra

- Veel minder veranderd dan de freatische WT;
- Actualisatiebehoefte hang samen met accuraatheid actuele kaart;
- Op MER vlak nauwelijks effecten te verwachten voor de meeste ingrepen.

2.3.9. Voorkeuren voor actualisatiemethodieken en kaartschalen

Uit 2.3.6 blijkt duidelijk de behoefte aan een actualisatie van de drainageklassenkaart van Vlaanderen. Deze actualisatie kan plaatsvinden hetzij door een herkartering hetzij een her-etikettering.

Bij een herkartering wordt het gebied opnieuw gekarteerd, gebruikmakend van beschikbare kaarten van (o.a.) het reliëf, de bodem, het oppervlaktewaterstelsel en veldwaarnemingen. De resulterende kaart bevat meer detail dan de oorspronkelijke kaart (heeft een hogere resolutie).

Bij een her-etikettering krijgt elk vlak (of een groep vlakken met dezelfde drainageklasse) van de bodemkaart een nieuwe drainageklasse toegewezen, gebruikmakend van veldwaarnemingen die binnen dat vlak (of groep vlakken) zijn gedaan. Het oorspronkelijke symbool van de bodemkaart blijft behouden. Wel wordt er een nieuw symbool aan het kaartvlak toegevoegd dat de nieuwe drainageklasse weergeeft. De resulterende kaart heeft hetzelfde ruimtelijk detail als de oorspronkelijke kaart (schaal 1 / 20 000).

De keuze van de actualisatiemethodiek (Tabel 11) is een functie van de toepassing. Voor de meeste toepassingen wordt gekozen voor een herkartering (43/61). Bepaalde toepassingen vereisen (12/61) minder detail naar grondwaterstanden toe of bedekken het ganse grondgebied van Vlaanderen; hiervoor is een her-etikettering voldoende. Andere gebruikers verwachten een te hoge kostprijs voor een herkartering en vinden een her-etikettering meer realistisch.

Tabel 11 Actualisatiemethodiek en kaartschaal

Wijze van actualisatie	Schaal (1/...)	Aantal
Onbeslist		6
Her-etikettering		12
Herkartering	20.000	22
	10.000	5
	10.000-20.000	3
	5.000	3
	2.500	3
	onbeslist	5
	Afhankelijk van doel	1
	Kadasterschaal	1

Voor wat betreft de kaartschaal waarbij de herkartering dient te gebeuren, vindt +/- 50% (22/43) de huidige schaal van de drainageklassenkaarten, i.e. 1 / 20 000, voldoende. Voor anderen is een meer gedetailleerde schaal vereist. In functie van de toepassing varieert die tussen 1 / 10 000 tot < 1 / 2 500.

In het geval van her-etikettering gebeurt dit op de huidige schaal van de bodemkaarten, dus 1 / 20 000, hoewel sommige respondenten voorstellen dit te doen op basis van de 1 / 5 000 basiskaarten (meer detail voor bepaalde gebieden).

2.4. Interactie met Stuurgroep en besluit

94 personen/instellingen werden bevestigd naar de toepassingen, beperkingen, actualisatiebehoefte en te beschouwen parameters van de bodemdrainageklassenkaart van Vlaanderen. De respons op deze enquête was vrij behoorlijk: op de 94 bevestigden hebben 55 personen geantwoord. Hiervan hebben 34 een bruikbare ingevulde enquête teruggestuurd, geschikt voor verwerking.

De enquête heeft toegelaten de toepassingen van de bodemdrainageklassenkaarten en hun bijhorende beperkingen duidelijk te definiëren. De 34 ingevulde enquêtes omvatten 61 toepassingen en 103 beperkingen. De beperkingen werden gecategoriseerd in 11 categorieën. Voor de prioritering van de beperkingen werden verschillende methodes toegepast: (1) gewone opsomming volgen aantal van voorkomende beperkingen; (2) sortering gebruik makende van de actuele gebruiksintensiteit (PAG) en (3) sortering op basis van de potentiële gebruiksintensiteit (PPG), i.e. na opheffing van beperking(en). Deze methodes tonen dezelfde resultaten gezien de duidelijke dominantie van de drie voornaamste beperkingen, met name (1) niet actueel zijn van de drainageklassen; (2) het ontbreken van een kwantitatieve variabele en (3) te weinig detail. De stuurgroep heeft zich bij de bespreking van de enquêteresultaten geconformeerd aan het klassificeren van deze 3 beperkingen als de meeste prioritaire (meer dan 87%) van de genoemde beperkingen.

Verder heeft de enquête de nood aan actualisatie duidelijk aangetoond, tevens voor de stuwwaterafzets. Ook werd de nood aan een drainageklassenkaart voor de kustvlakte duidelijk weergegeven.

In totaal werden 12 parameters opgegeven voor weergave op de geactualiseerde bodemdrainageklassenkaart. De parameter 'GHG en GLG' is overduidelijk de meest gewenste parameter. De vraag naar deze parameter werd praktisch bij elke toepassing gesteld. Bijkomende vaak vermelde parameters zijn 'Voorkomen van kwel', 'Max en Min GWT', 'Betrouwbaarheid/kwaliteit parameters' en 'Voorkomen van Bronnen'. Deze parameters zijn vooral van belang bij toepassingen als echohydrologische modellering, standplaatskarakterisatie en grondwatermodellering. Bij discussie in de stuurgroep werd opgemerkt dat uiteindelijk de financiers van een eventuele actualisatie dienen te beslissen over de te karteren parameters, en dat die keuze niet noodzakelijk de in Tabel 10 weergegeven prioritering zal weerspiegelen.

Voor de actualisatie van de drainageklassenkaart kiest de meerderheid van de respondenten voor een herkartering ipv een her-etikettering. Ongeveer 50% van de respondenten vindt de huidige schaal van de bodemkaart, dus 1 / 20 000, voldoende gedetailleerd voor een geactualiseerde kaart. Voor wat betreft de resterende 50% liggen de meningen naar de te gebruiken kaartschaal vrij sterk uiteen, gaande van 1 / 10 000 tot < 1 / 2 500. Bepaalde voorstanders van her-etikettering stellen voor deze uit te voeren op de originele bodemkaarten op 1 / 5 000, in zoverre deze meer detail zullen geven dan de kaarten op 1 / 20 000 (dit geldt voor een aantal, maar niet alle kaartbladen).

3. BUREAUSTUDIE ACTUALISATIEMETHODEN

3.1. Inleiding

In dit hoofdstuk wordt een beschrijving gegeven van een aantal methoden waarmee de drainageklassen zoals weergegeven op de bodemkaart 1 / 20 000 zouden kunnen worden geactualiseerd. Een aantal van deze methoden zijn ontwikkeld voor de actualisatie van de 1 / 50 000 grondwatertrappenkaart van Nederland, maar zijn in principe toepasbaar op de Vlaamse situatie. Om redenen van leesbaarheid zijn de methoden zodanig geformuleerd dat ze het actualiseren van drainageklassenkaarten beschrijven. Het minimale resultaat van een actualisatie is een kaart met de drainageklasse, hoewel afhankelijk van gebruikerswensen en keuzes van opdrachtgevers aanvullende (aan de drainage gerelateerde) attributen eveneens in kaart kunnen worden gebracht. De hier besproken methoden vertonen als overeenkomst dat ze allen leiden tot een nieuwe kaart van de drainageklasse, maar zijn verschillend in hun vermogen om tevens aanvullende attributen in kaart te kunnen brengen. Om deze verschillen zichtbaar te maken, worden per actualisatiemethode een aantal aspecten besproken:

- Gegevensbehoefte;
- Kleinste te actualiseren ruimtelijke eenheid;
- Methode van bepaling van de drainageklasse;
- Omgaan met associaties van drainageklassen;
- Mogelijkheden tot bepalen van aanvullende attributen.

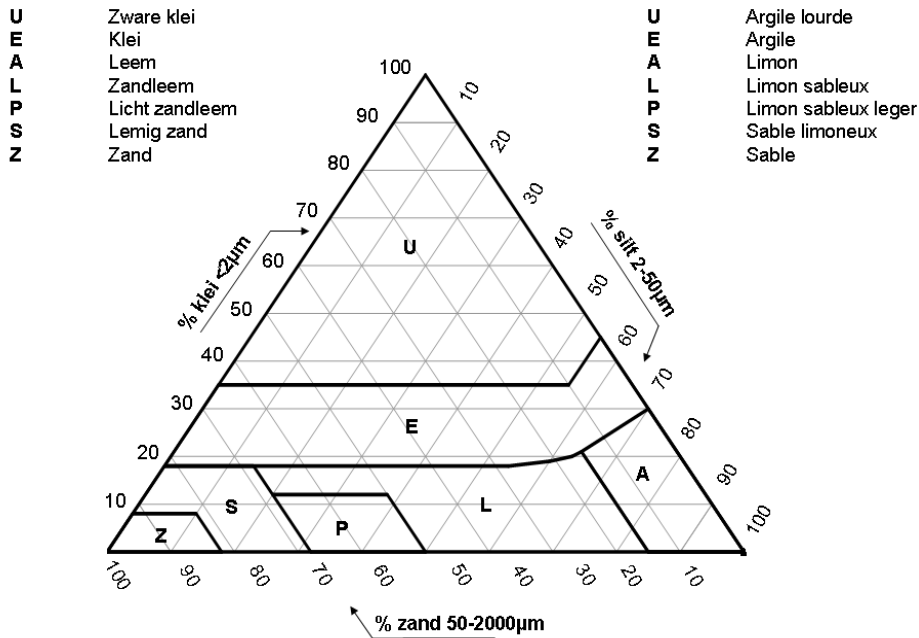
In de volgende sectie worden een aantal basisbegrippen besproken welke op alle actualisatiemethoden van toepassing zijn. Vervolgens komen de actualisatiemethoden aan bod.

3.2. Basisbegrippen en kwaliteitsparameters

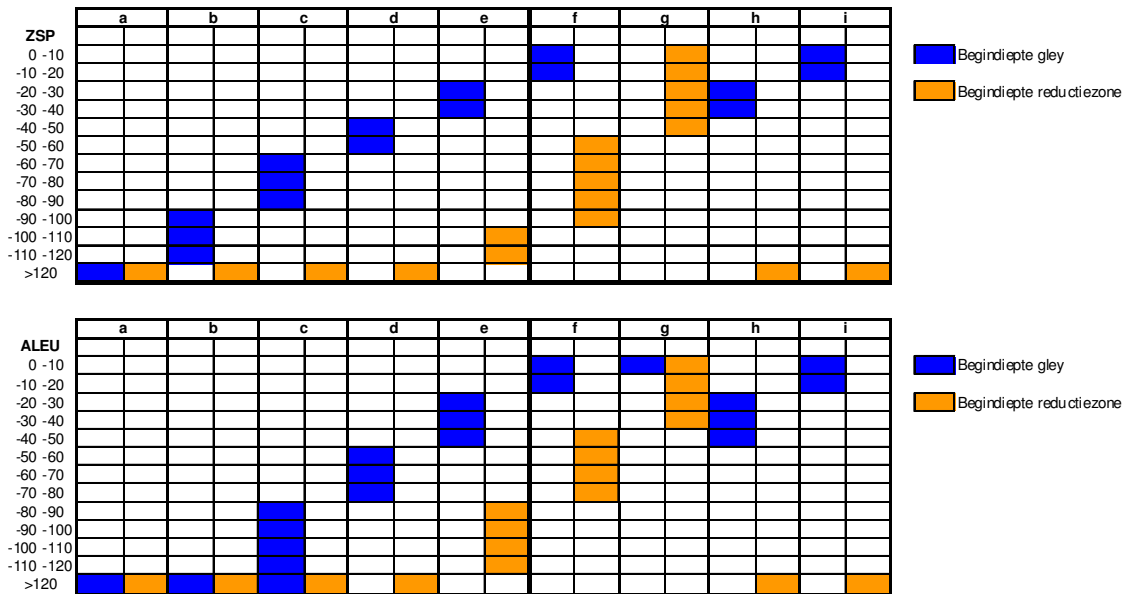
3.2.1. Drainageklasse, GHG, GLG, GVG

De traditionele beschrijving van de drainageklassen volgens Van Ranst en Sys, 2000, bepaalt de drainageklasse op basis van het ondiepste voorkomen van roestvlekken (begindiepte gley) en van reductiekleuren, samen ook wel genoemd de hydromorfe profielkenmerken. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen de bodems met textuurklasse ZSP enerzijds en ALEU anderzijds (Figuur 6) om tot een klassering te komen. Veengronden, stuifzandgronden en mergelafzettingen (codes V, X en M) krijgen in dit systeem meestal geen drainageklasse toebedeeld, vaak omdat de hydromorfe profielkenmerken in deze bodems niet goed herkenbaar zijn door lage (vrij) ijzergehaltes. In die gevallen waar roestvlekken tijdens de kartering slecht herkenbaar waren, is de drainageklasse ook wel geschat op basis van waarnemingen aan grondwaterstanden, slootpeilen of anderszins. De bodems in het polderdistrict hebben geen drainageklasse omdat de kaartlegende volgens lithostratigrafische en geomorfologische criteria is opgesteld.

De gehanteerde drainageklassen op de Belgische bodemkaart, op basis van de begindiepte gley en reductiezone, voor respectievelijk de lichte (Z, S en P) en zware textuurklassen (A, L, E en U) zijn weergegeven in Figuur 7.



Figuur 6 Textuurklassen van de Belgische Bodemkaart 1 / 20 000 (Van Ranst en Sys, 2000)



Figuur 7 Definitie van de drainageklasse op basis van de begindieptes van gleyverschijnselen en de reductiezone (Van Ranst en Sys, 2000)

Omdat hydromorfe profielkenmerken vaak na-ijlen op de hydrologische situatie, zijn deze kenmerken niet geschikt om een veranderde (i.c. de actuele) drainagesituatie vast te stellen. Hierom is overgegaan op het hanteren van een begrippenkader gebaseerd op eenvoudig meetbare grondwatertafels om de drainageklasse opnieuw vast te stellen. Omwille van de vergelijkbaarheid wordt de ondiepste aanwezigheid van roestvlekking geacht te corresponderen met de gemiddeld hoogste freatische grondwaterstand (afgekort: GHG). De diepte waar beneden geen roestvlekking meer werd aangetroffen, of waar blauwgrijze reductiekleuren werden aangetroffen wordt geacht te corresponderen met de gemiddeld laagste freatische grondwaterstand (afgekort: GLG). Een dergelijke vergelijking van hydromorfe profielkenmerken met meetbare freatische stijghoogtes werd ook toegepast in Nederland (De Bakker, 1973; Locher en De Bakker, 1991) en België (Van Damme en De Leenheer, 1968). Hier werd geconcludeerd dat de GHG redelijk correspondeerde met de bovengrens van de grijze roestvlekking en de GLG goed correspondeerde met de bovengrens van de gereduceerde zone. Een verschil tussen de Nederlandse en de Belgische situatie is, dat in Nederland hydromorfe profielkenmerken werden gebruikt om de GHG en GLG te karteren, terwijl in België hydromorfe profielkenmerken zelf werden gekarteerd en deze worden geïnterpreteerd in een hydrologische context. De vertaalslag van hydromorfe profielkenmerken naar GHG+GLG vond in Nederland dus plaats tijdens de kartering, in het veld. In België zijn de hydromorfe profielkenmerken daarentegen zelf genoteerd en gekarteerd.

De Gemiddeld Hoogste Grondwatertafel (GHG) is gedefinieerd als “de gemiddelde waarde van de 3 ondiepste freatische watertafels gemeten in elk jaar, over 8 of meer achtereenvolgende jaren, bij een meetfrequentie van 2 keer per maand”.

De Gemiddeld Laagste Grondwatertafel (GLG) is gedefinieerd als “de gemiddelde waarde van de 3 diepste freatische watertafels gemeten in elk jaar, over 8 of meer achtereenvolgende jaren, bij een meetfrequentie van 2 keer per maand”.

De Gemiddelde Voorjaar Grondwatertafel (GVG) is gedefinieerd als “de gemiddelde waarde van de 3 freatische watertafels gemeten rondom 1 april in elk jaar, over 8 of meer achtereenvolgende jaren, bij een meetfrequentie van 2 keer per maand”. Normaliter worden bij de berekening de metingen gebruikt van 14 en 28 maart en 14 april.

In het hiernavolgende zullen de combinatie van GHG, GVG en GLG worden aangeduid met GxG.

3.2.2. Vaststellen van de GxG op puntlocaties

De GxG zijn het best representatief voor het huidige klimaat en de actuele drainagetoestand, om effecten van toevallige extreme weersituaties op de geproduceerde kaarten te vermijden. Dit wil zeggen dat we idealiter 30 jaren van meetgegevens hebben, met een meting op de 14e en 28e van elke kalendermaand. De feitelijke berekeningswijze van de GxG op een geografische locatie hangt af van de beschikbare gegevens. Hierbij worden twee gevallen onderscheiden:

- a) Er is een meetreeks van freatische grondwatertafels beschikbaar. Idealiter is gedurende een groot aantal jaren op vaste tijdstippen de grondwatertafel gemeten, en worden bovenvermelde definities simpelweg toegepast. In de praktijk komt deze situatie niet vaak voor, en moet eerst een langjarige reeks uit de schaarse metingen worden verkregen. Hiertoe wordt een tijdreeksmodel ingesteld op enerzijds de gemeten watertafels en anderzijds dagelijkse gegevens van neerslag en verdamping van een nabijgelegen weerstation. In Nederlandse toepassingsstudies is meest gewerkt met het KALTFN-model (Bierkens & Knotters, 1999), tegenwoordig is het meer geavanceerde model Menyanthes (Von Asmuth et al., 2002) beschikbaar. Het ingestelde tijdreeksmodel wordt vervolgens toegepast op een 30-jaarse periode waarvoor neerslag en verdamping beschikbaar zijn. Uit een groot aantal simulaties komen realisaties van complete 30-jaarse meetreeksen beschikbaar. Hiermee worden de GxG bepaald. De kwaliteit van de aldus bepaalde GxG in een peilbuis wordt gekwantificeerd met de standaardafwijking van de voorspelfout. Typisch bedraagt deze enkele cm.
- b) Er zijn incidentele metingen van grondwatertafels beschikbaar. In het geval dat deze metingen zijn gedaan in een periode waarin de gemeten grondwatertafels de GxG benaderen, wordt gesproken

van een *gerichte opname*. Deze metingen worden omgezet naar GxG door correlatie met gelijktijdige metingen en bekende GxG in freatische peilbuizen volgens de methode van Te Riele & Brus (1991). Hiertoe wordt, in de freatische peilbuizen, voor elke datum van een gerichte opname een regressierelatie bepaald tussen de watertafel op die datum en de GxG. Die relatie wordt vervolgens toegepast op de meting gedaan tijdens de gerichte opname, waardoor de gemeten watertafel wordt geconverteerd naar een GxG. De kwaliteit van de voorspelling van de GxG wordt ook hier gekwantificeerd met de standaardafwijking van de voorspelfout. De kwaliteit van een dergelijke voorspelling is uiteraard minder groot en ligt typisch tussen de 10 en 25 cm, afhankelijk van het aantal en de representativiteit van de beschikbare freatische peilbuizen.

3.2.3. Kwaliteitsparameters bij drainageklassenkaarten en GxG-kaarten

Bij sommige actualisatiemethoden wordt de kwaliteit van de kaart gedurende de actualisatie geoptimaliseerd met behulp van een precisie-grootheid. Bovendien kan er sprake zijn van een onafhankelijke kwaliteitstoetsing na de actualisatie. Om deze reden is de definitie van kwaliteitsparameters noodzakelijk. Hieronder vermelden we kwaliteitsparameters uit de literatuur. De drainageklasse is een kwalitatieve variabele. De GHG en GLG zijn kwantitatieve variabelen. De kwaliteit van een drainageklassenkaart resulterend uit een bepaalde actualisatiemethodiek kan daarom worden bepaald met:

- Een indicatorvariabele (0/1 variabele) die aangeeft of op een testlocatie de drainageklasse op de kaart en in het veld wel (1) dan niet (0) overeenkomt. Het gebiedsgemiddelde van deze variabele, uitgedrukt in procenten, is ook wel bekend onder de naam “kaartzuiverheid” en is een schatter van het areaal waar de kaart overeenstemt met validatiewaarnemingen. Voor de kaartzuiverheid geldt, dat een kaart met minder legende-eenheden in het algemeen gunstiger scoort, maar ook minder informatie bevat. De schaal of het ruimtelijk detail van een kaart heeft ook invloed op de zuiverheidsscore.
- Een variabele die aangeeft in welke mate op een aantal testlocaties de drainageklassen op de kaart corresponderen met de gemeten² GHG en GLG in het veld. Indien de in het veld gemeten GHG en GLG binnen de drainageklasse vallen, krijgt de variabele de waarde 0, in andere gevallen is de waarde afhankelijk van de grootte van de afwijking van de GHG en GLG ten opzichte van de dichtsbijzijnde klassegrens van de drainageklasse op die locatie. Finke (2000) definieert hiertoe de grootheden **G**, **MG** en **FEXG**:

$$G_{GHG} = \begin{cases} 0 & \text{als } GHG_{dk,o} \leq GHG_m \leq GHG_{dk,d} \\ \text{abs}\left(\frac{GHG_{dk,o} - GHG_m}{GHG_{dk,o}}\right) & \text{als } GHG_m < GHG_{dk,o} \\ \text{abs}\left(\frac{GHG_{dk,d} - GHG_m}{GHG_{dk,d}}\right) & \text{als } GHG_m > GHG_{dk,d} \end{cases}$$

Waar $GHG_{dk,o}$ is de ondiepste en $GHG_{dk,d}$ is de diepste GHG passend bij de drainageklasse dk (in Nederland: Grondwatertrap) en GHG_m is de gemeten GHG. Op soortgelijke wijze wordt de G_{GLG} berekend. Hierbij dient opgemerkt dat deze G_{GxG} een dimensieloze grootheid is, en dat de gebruikte berekeningswijze een grotere nadruk legt op afwijkingen bij “natte” drainageklassen dan bij “droge” drainageklassen.

De kwaliteitsparameter G is op puntschaal gedefinieerd als $G = G_{GHG} + G_{GLG}$

De kwaliteitsparameter **MG** (dimensieloos) is het gebiedsgemiddelde van de **G**, en de **FEXG** is het percentage van het aantal locaties waar de **G** groter dan (slechter dan) 1 is.

² Met “gemeten” wordt hier bedoeld: uit tijdreeksanalyse of door middel van een gerichte opname verkregen waarde.

- c) Het met de actualisatiemethode actualiseerbaar areaal. Dit is het percentage van het areaal met een “oude” drainageklasse waarvoor de nieuwe drainageklasse kan worden vastgesteld. Dit areaal kan verschillen met de actualisatiemethode.
- d) Een parameter die weergeeft in welke mate de heterogeniteit van de “oude” drainageklassen terugkomt in de nieuwe kaart. Het vermoeden bestaat dat een aantal actualisatiemethoden “vervlakkend” werken. Hiertoe wordt het aantal voorkomende drainageklassen op de oude kaart gedeeld op het aantal drainageklassen op de nieuwe kaart en uitgedrukt in procenten.

Sommige actualisatiemethoden resulteren ook in GHG-, GLG- en GVG-kaarten. De kwaliteit van deze kaarten kan eveneens door GxG-bepalingen op validatielocaties worden bepaald door middel van de volgende grootheden:

- e) De gemiddelde absolute fout (MAE, in cm) van een GxG, berekend met

$$MAE_{GxG} = \frac{\sum_{i=1}^n abs(GxG_{kaart,i} - GxG_{validatie,i})}{n}$$

Op soortgelijke wijze kan ook de gemiddelde fout (ME, in cm) worden berekend.

- f) De vierkantswortel van de gemiddelde kwadratische fout (RMSE, in cm), berekend met:

$$RMSE_{GxG} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (GxG_{kaart,i} - GxG_{validatie,i})^2}{n}}$$

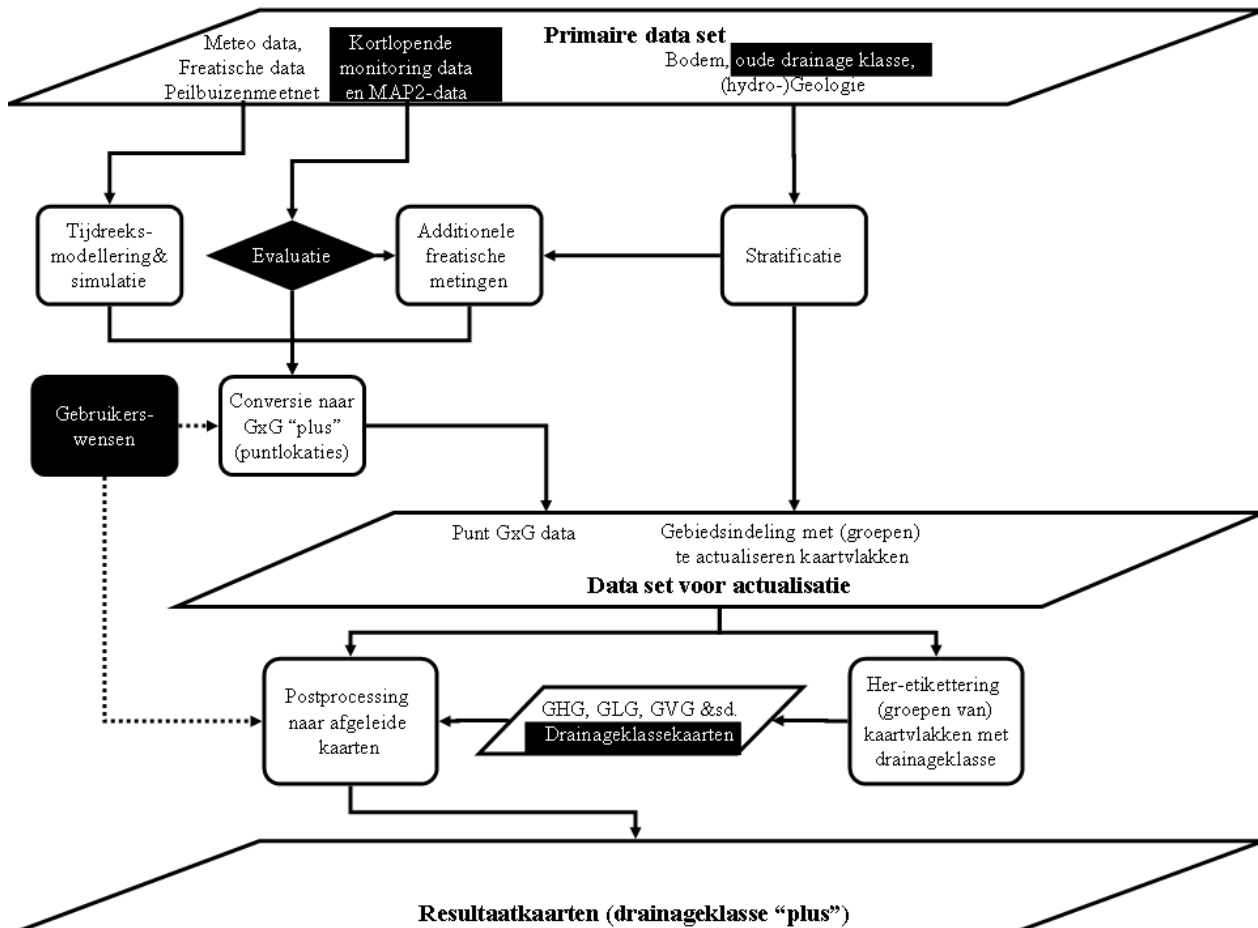
3.3. Actualisatiemethoden op basis van bestaande kaartvlakken

3.3.1. Enkele algemene bemerkingen

Met “bestaande kaartvlakken” wordt verwezen naar de kaartvlakken op de bodemkaart van België schaal 1 / 20 000, waarbij de volledige legende als uitgangspunt is genomen, maar alleen de drainageklasse wordt beschouwd. Dit wil zeggen dat aangrenzende kaartvlakken van de bodemkaart worden verondersteld te zijn samengevoegd indien de drainageklasse gelijk is. Afhankelijk van de kleinste te actualiseren ruimtelijke eenheid (verschillend per methode; zie volgende secties) worden deze vlakken al dan niet opgesplitst op basis van aanvullende ruimtelijke bestanden.

De bodemkaart 1 / 20 000 is door generalisatie afgeleid van veldkaarten 1 / 5 000. Hypothetisch kan ook de drainageklasse van deze veldkaarten als basis voor actualisatie worden gebruikt. O.a. Vitharana et al. (2008) toonden aan dat de 1 / 5 000 veldkaarten, door hun groter ruimtelijk detail, een meerwaarde hebben boven de daarvan afgeleide 1 / 20 000 kaarten. De hieronder beschreven kaartvlaksgewijze actualisatiemethoden kunnen ook op de 1 / 5 000 kaarten worden toegepast, met dien verstande dat deze kaarten niet geometrisch correct zijn en op dit moment niet als GIS-bestanden beschikbaar zijn, en dat georeferentie een tijdrovende en dure activiteit is. Bovendien zijn de verschillen tussen beide kaarten niet altijd groot. Er zijn kaartbladen waar op 1 / 5 000 twee maal zoveel eenheden zijn als op de 1 / 20 000, maar er zijn ook kaartbladen waar de verschillen nihil zijn.

De actualisatiemethoden verschillen in de databehoeftes en in de grootte van het te actualiseren ruimtelijk object (het aantal kaartvlakken). Figuur 8 schetst de gegevensstromen bij de meest veeleisende kaartvlaksgewijze actualisatiemethode (E). Niet alle actualisatiemethoden gebruiken additionele freatische metingen (gerichte opnames).



Figuur 8 Schematische werkwijze bij de kaartvlaksgewijze actualisatie van drainageklassenkaarten volgens methoden A-H. De feitelijke aanpak verschilt iets per beschreven methode

3.3.2. Methoden gebaseerd op alleen peilbuisinformatie

3.3.2.1. A: Actualisatie per unieke drainageklasse met optimalisatie

Bron: Finke, 2000.

Benodigde gegevens

Puntgegevens: De GHG en GLG berekend in freatische peilbuizen binnen het te actualiseren gebied.

Vlakgegevens: De bestaande drainageklassenkaart.

Kleinste te actualiseren ruimtelijke eenheid

De groep van kaartvlakken met dezelfde oude drainageklasse.

Methode van bepaling van de drainageklasse

Freatische peilbuizen worden door middel van hun locaties gekoppeld aan een stratum (hier: de oude drainageklasse). Voor elke peilbuis wordt de GHG en GLG berekend. Per groep peilbuizen binnen hetzelfde stratum wordt voor elke mogelijke drainageklasse (a..i) de kwaliteitsparameter **MG** berekend. De nieuwe drainageklasse van het stratum is degene met de laagste ("optimale") waarde voor de **MG**.

Omgaan met associaties van drainageklassen

Als het stratum een associatie van drainageklassen omvat (A, B, ...), dan worden deze associatie en alle mogelijke enkelvoudige drainageklassen door middel van het berekenen van de **MG** geëvalueerd, en wordt uit deze lijst degene met de laagste **MG** gekozen. Voor het zinvol kunnen classificeren van een associatie dienen er tenminste twee peilbuizen binnen het stratum te liggen.

Mogelijkheden tot bepalen van aanvullende attributen

Per stratum kunnen een gemiddelde GxG worden toegekend evenals vrijwel elke andere parameter die per freatische peilbuis (na tijdreeksanalyse) is bepaald. Omdat de toekenning van de nieuwe drainageklasse gebaseerd is op de gunstigste waarde van de **MG**, bestaat de hypothetische mogelijkheid dat de gemiddelde GHG en GLG niet corresponderen met de "optimale" drainageklasse. Bij grote c.q. heterogene strata kan het resultaat door uitmiddeling weinig informatief worden en kunnen de verschillen tussen strata klein worden. Indien weinig peilbuisgegevens beschikbaar zijn zal het resultaat eveneens weinig informatief zijn.

3.3.2.2. *B: Actualisatie per unieke drainageklasse zonder optimalisatie*

Bron: Finke, 2000.

Benodigde gegevens

Puntgegevens: De GHG en GLG berekend in freatische peilbuizen binnen het te actualiseren gebied.

Vlakgegevens: De bestaande drainageklassenkaart.

Kleinste te actualiseren ruimtelijke eenheid

De groep van kaartvlakken met dezelfde oude drainageklasse.

Methode van bepaling van de drainageklasse

Freatische peilbuizen worden door middel van hun locaties gekoppeld aan een stratum (hier: de oude drainageklasse). Voor elke peilbuis wordt de GHG en GLG berekend. Per groep peilbuizen binnen hetzelfde stratum wordt de gemiddelde GHG en GLG berekend. De nieuwe drainageklasse van het stratum is degene die past bij deze gemiddelde GHG en GLG.

Omgaan met associaties van drainageklassen

Met deze actualisatiemethode kunnen slechts enkelvoudige drainageklassen worden bepaald.

Mogelijkheden tot bepalen van aanvullende attributen

Per stratum kunnen een gemiddelde GxG worden toegekend evenals vrijwel elke andere parameter die per freatische peilbuis (na tijdreeksanalyse) is bepaald. Bij grote c.q. heterogene strata kan het resultaat door uitmiddeling weinig informatief worden en kunnen de verschillen tussen strata klein worden. Indien weinig peilbuisgegevens beschikbaar zijn zal het resultaat eveneens weinig informatief zijn.

3.3.2.3. *C: Actualisatie per combinatie drainageklasse/ingreepgebied met optimalisatie*

Bron: Finke, 2000.

Benodigde gegevens

Puntgegevens: De GHG en GLG berekend in freatische peilbuizen binnen het te actualiseren gebied.

Vlakgegevens: De bestaande drainageklassenkaart en kaarten die aangeven in welke deelgebieden sinds de vorige kartering van de drainageklasse belangrijke hydrologische ingrepen hebben plaatsgevonden (zoals: veranderde debieten grondwateronttrekkingen, aanleggen buisdrainage, herverkavelingen, regionaal waterbeheer).

Kleinste te actualiseren ruimtelijke eenheid

De groep van kaartvlakken met dezelfde combinatie van oude drainageklasse en al/niet ingreep.

Methode van bepaling van de drainageklasse

Freatische peilbuizen worden door middel van hun locaties gekoppeld aan een stratum (hier: de oude drainageklasse gecombineerd met al dan niet ingreep). Voor elke peilbuis wordt de GHG en GLG berekend. Per groep peilbuizen binnen hetzelfde stratum wordt voor elke mogelijke drainageklasse (a..i) de kwaliteitsparameter **MG** berekend. De nieuwe drainageklasse van het stratum is degene met de laagste ("optimale") waarde voor de **MG**.

Omgaan met associaties van drainageklassen

Als het stratum een associatie van drainageklassen omvat (A, B, ...), dan worden deze associatie en alle mogelijke enkelvoudige drainageklassen door middel van het berekenen van de **MG** geëvalueerd, en wordt uit deze lijst degene met de laagste **MG** gekozen. Voor het zinvol kunnen classificeren van een associatie dienen er tenminste twee peilbuizen binnen het stratum te liggen.

Mogelijkheden tot bepalen van aanvullende attributen

Per stratum kunnen een gemiddelde GxG worden toegekend evenals vrijwel elke andere parameter die per freatische peilbuis (na tijdreeksanalyse) is bepaald. Omdat de toekenning van de nieuwe drainageklasse gebaseerd is op de gunstigste waarde van de MG, bestaat de hypothetische mogelijkheid dat de gemiddelde GHG en GLG niet corresponderen met de "optimale" drainageklasse. Bij grote c.q. heterogene strata kan het resultaat door uitmiddeling weinig informatief worden en kunnen de verschillen tussen strata klein worden. Indien weinig peilbuisgegevens beschikbaar zijn zal het resultaat eveneens weinig informatief zijn.

3.3.2.4. D: Actualisatie per combinatie drainageklasse/ingreepgebied zonder optimalisatie

Bron: Finke, 2000.

Benodigde gegevens

Puntgegevens: De GHG en GLG berekend in freatische peilbuizen binnen het te actualiseren gebied.

Vlakgegevens: De bestaande drainageklassenkaart en kaarten die aangeven in welke deelgebieden belangrijke hydrologische ingrepen hebben plaatsgevonden sinds de vorige kartering van de drainageklasse (veranderde grondwateronttrekkingen, buisdrainage, herverkavelingen, regionaal waterbeheer).

Kleinste te actualiseren ruimtelijke eenheid

De groep van kaartvlakken met dezelfde combinatie van oude drainageklasse en al/niet ingreep.

Methode van bepaling van de drainageklasse

Freatische peilbuizen worden door middel van hun locaties gekoppeld aan een stratum (hier: de oude drainageklasse gecombineerd met al dan niet ingreep). Voor elke peilbuis wordt de GHG en GLG berekend. Per groep peilbuizen binnen hetzelfde stratum wordt de gemiddelde GHG en GLG berekend. De nieuwe drainageklasse van het stratum is degene die past bij deze gemiddelde GHG en GLG.

Omgaan met associaties van drainageklassen

Met deze actualisatiemethode kunnen slechts enkelvoudige drainageklassen worden bepaald.

Mogelijkheden tot bepalen van aanvullende attributen

Per stratum kunnen een gemiddelde GxG worden toegekend evenals vrijwel elke andere parameter die per freatische peilbuis (na tijdreeksanalyse) is bepaald. Bij grote c.q. heterogene strata kan het resultaat door uitmiddeling weinig informatief worden en kunnen de verschillen tussen strata klein worden. Indien weinig peilbuisgegevens beschikbaar zijn zal het resultaat eveneens weinig informatief zijn.

3.3.3. Methoden gebaseerd op peilbuisinformatie en gerichte opnames

3.3.3.1. E: Actualisatie met een gestratificeerde aselechte steekproef met optimalisatie

Bron: Finke, 2000.

Benodigde gegevens

Puntgegevens: De GHG en GLG berekend in freatische peilbuizen binnen het te actualiseren gebied; GHG en GLG afgeleid uit gerichte opnames.

Vlakgegevens: De bestaande drainageklassenkaart; kaarten die ecohydrologische homogene zones aangeven; kaarten die aangeven in welke deelgebieden sinds de vorige kartering van de drainageklasse belangrijke hydrologische ingrepen hebben plaatsgevonden (zoals: veranderde debieten grondwateronttrekkingen, aanleggen buisdrainage, herverkavelingen, regionaal waterbeheer).

Kleinste te actualiseren ruimtelijke eenheid

De groep van kaartvlakken met dezelfde combinatie van oude drainageklasse, hydrologisch homogene zone en al/niet ingreep.

Methode van bepaling van de drainageklasse

Binnen elk stratum (hier: de oude drainageklasse gecombineerd met hydrologisch homogene zone en al dan niet liggend in een ingreepgebied) wordt een aantal steekproeflocaties aselekt geloot. Het aantal steekproeflocaties is proportioneel met de oppervlakte van het stratum, met een minimum van 2 per stratum. De totale steekproefomvang voor het gehele gebied kan afhankelijk worden gesteld van de ruimtelijke variatie in dit gebied. Finke (2000) berekent de steekproefomvang in een simulatiestudie zoals ontworpen door Domburg et al (1994). Er kan ook een vast aantal steekproefpunten per stratum worden gekozen. In elke locatie van de gerichte opname wordt de GHG en GLG berekend. Op elke steekproeflocatie worden 2 gerichte opnames uitgevoerd (aan het eind van de winter en aan het eind van de zomer). Per groep gerichte opnames binnen hetzelfde stratum wordt voor elke mogelijke drainageklasse (a..i) de kwaliteitsparameter **MG** berekend. De nieuwe drainageklasse van het stratum is degene met de laagste ("optimale") waarde voor de **MG**.

Omgaan met associaties van drainageklassen

Als het stratum een associatie van drainageklassen omvat (A, B, ...), dan worden deze associatie en alle mogelijke enkelvoudige drainageklassen door middel van het berekenen van de **MG** geëvalueerd, en wordt uit deze lijst degene met de laagste **MG** gekozen. Voor het zinvol kunnen classificeren van een associatie dienen er tenminste twee opnamelocaties binnen het stratum te liggen. De associaties worden in een variante van de methode nog in het veld gecontroleerd door een ervaren veldbodemkundige.

Mogelijkheden tot bepalen van aanvullende attributen

Per stratum kunnen een gemiddelde GxG worden toegekend evenals vrijwel elke andere parameter die per freatische peilbuis (na tijdreeksanalyse) is bepaald. Omdat de toekenning van de nieuwe drainageklasse gebaseerd is op de gunstigste waarde van de **MG**, bestaat de hypothetische mogelijkheid dat de gemiddelde GHG en GLG niet corresponderen met de "optimale" drainageklasse. Bij grote c.q. heterogene strata kan het resultaat door uitmiddeling weinig informatief worden en kunnen de verschillen tussen strata klein worden. Indien weinig peilbuisgegevens beschikbaar zijn zal het resultaat eveneens weinig informatief zijn.

3.3.3.2. *F: Actualisatie met een gestratificeerde aselekte steekproef zonder optimalisatie*

Bron: Finke, 2000.

Benodigde gegevens

Puntgegevens: De GHG en GLG berekend in freatische peilbuizen binnen het te actualiseren gebied; GHG en GLG afgeleid uit gerichte opnames.

Vlakgegevens: De bestaande drainageklassenkaart; kaarten die ecohydrologische homogene zones aangeven; kaarten die aangeven in welke deelgebieden sinds de vorige kartering van de drainageklasse belangrijke hydrologische ingrepen hebben plaatsgevonden (zoals: veranderde debieten grondwateronttrekkingen, aanleggen buisdrainage, herverkavelingen, regionaal waterbeheer).

Kleinste te actualiseren ruimtelijke eenheid

De groep van kaartvlakken met dezelfde combinatie van oude drainageklasse, hydrologisch homogene zone en al/niet ingreep.

Methode van bepaling van de drainageklasse

Binnen elk stratum (hier: de oude drainageklasse gecombineerd met hydrologisch homogene zone en al dan niet liggend in een ingreepgebied) wordt een aantal steekproeflocaties aselekt geloot. Het aantal steekproeflocaties is proportioneel met de oppervlakte van het stratum, met een minimum van 2 per stratum, en een totale steekproefomvang voor het gehele gebied die afhangt van de ruimtelijke variatie in dit gebied. De steekproefomvang wordt berekend in een simulatiestudie zoals ontworpen door Domburg et al (1994) en toegepast door Finke (2000). Op elke steekproeflocatie worden 2 gerichte opnames uitgevoerd (aan het eind van de winter en aan het eind van de zomer). In elke locatie van de gerichte opname wordt de GHG en GLG berekend. Binnen hetzelfde stratum wordt de gemiddelde GHG en GLG berekend. Hiermee wordt de nieuwe drainageklasse vastgesteld.

Omgaan met associaties van drainageklassen

Met deze actualisatiemethode kunnen slechts enkelvoudige drainageklassen worden bepaald.

Mogelijkheden tot bepalen van aanvullende attributen

Per stratum kunnen een gemiddelde GxG worden toegekend evenals vrijwel elke andere parameter die per freatische peilbuis (na tijdreeksanalyse) is bepaald. Bij grote c.q. heterogene strata kan het resultaat door uitmiddeling weinig informatief worden en kunnen de verschillen tussen strata klein worden. Indien weinig peilbuisgegevens beschikbaar zijn zal het resultaat eveneens weinig informatief zijn.

3.3.3.3. *G: Actualisatie met de observaties binnen het kaartvlak*

Bron: Finke, 2000.

Benodigde gegevens

Puntgegevens: De GHG en GLG berekend in freatische peilbuizen binnen het te actualiseren gebied; GHG en GLG afgeleid uit gerichte opnames.

Vlakgegevens: De bestaande drainageklassenkaart.

Kleinste te actualiseren ruimtelijke eenheid

Elk kaartvlak van de oude drainageklassenkaart, waarbij kaartvlakken kunnen worden gesplitst in eenheden kleiner dan een bepaalde oppervlakte.

Methode van bepaling van de drainageklasse

Binnen elk kaartvlak wordt een aantal (of één) steekproeflocaties aselekt geloot. Op elke steekproeflocatie worden 2 gerichte opnames uitgevoerd (aan het eind van de winter en aan het eind van de zomer). In elke locatie van de gerichte opname wordt de GHG en GLG berekend. Bij meer dan één steekproeflocatie in hetzelfde kaartvlak wordt de gemiddelde GHG en GLG berekend. Hiermee wordt de nieuwe drainageklasse vastgesteld.

Omgaan met associaties van drainageklassen

Met deze actualisatiemethode kunnen slechts enkelvoudige drainageklassen worden bepaald.

Mogelijkheden tot bepalen van aanvullende attributen

Per kaartvlak kan een gemiddelde GxG worden toegekend evenals vrijwel elke andere parameter die per freatische peilbuis (na tijdreeksanalyse) is bepaald. Indien weinig peilbuisgegevens beschikbaar zijn zal het resultaat eveneens weinig informatief zijn.

3.3.3.4. *H: Actualisatie met de modale kriging schatting per kaartvlak*

Bron: Finke, 2000.

Benodigde gegevens

Puntgegevens: De GHG en GLG berekend in freatische peilbuizen binnen het te actualiseren gebied; GHG en GLG afgeleid uit gerichte opnames.

Vlakgegevens: De bestaande drainageklassenkaart.

Kleinste te actualiseren ruimtelijke eenheid

Elk kaartvlak van de oude drainageklassenkaart.

Methode van bepaling van de drainageklasse

Binnen elk kaartvlak wordt een aantal (of één) steekproeflocaties aselekt geloot. Op elke steekproeflocatie worden 2 gerichte opnames uitgevoerd (aan het eind van de winter en aan het eind van de zomer). In elke locatie van de gerichte opname wordt de GxG berekend. Met behulp van alle GxG puntwaarnemingen (ook die in andere kaartvlakken) worden ruimtelijk modellen van de GxG opgesteld. Deze kunnen de vorm aannemen van een semi-variogram, correlogram of een gegeneraliseerde covariantiefunctie. Nadat dit ruimtelijk voorspellingsmodel is bepaald voor alle GxG (minimaal de GHG en GLG), worden er per kaartvlak op 100 aselekte locaties interpolatievoorspellingen van GxG gedaan met een kriging-interpolatiemethode. Op elke van deze 100 aselekte locaties wordt uit de voorspelde GHG en GLG de drainageklasse bepaald. Als vlakvoorspeller van de nieuwe drainageklasse wordt de meest frequent voorspelde drainageklasse (de modale drainageklasse) uit de verdeling geselecteerd.

Omgaan met associaties van drainageklassen

Met deze actualisatiemethode kunnen slechts enkelvoudige drainageklassen worden bepaald. Een variante van de methode kan associaties van drainageklasse actualiseren door de meest frequent voorkomende drainageklassen te combineren totdat de gesommeerde frequenties optellen boven een grenswaarde (bijvoorbeeld 70%).

Mogelijkheden tot bepalen van aanvullende attributen

Per kaartvlak kan een distributie van GxG worden geschat evenals vrijwel elke andere parameter die per freatische peilbuis (na tijdreeksanalyse) is bepaald. Indien weinig peilbuisgegevens beschikbaar zijn zal het resultaat eveneens weinig informatief zijn.

3.3.3.5. I: Actualisatie op basis van de opinies van grondgebruikers

Bron: Stuurgroepvergadering d.d. 5-2-2009.

Benodigde gegevens

Puntgegevens: geen.

Vlakgegevens: De bestaande drainageklassenkaart.

Kleinste te actualiseren ruimtelijke eenheid

Die delen van een kaartvlak van de oude drainageklassenkaart die volgens het kadaster een unieke grondgebruiker kennen.

Methode van bepaling van de drainageklasse

Uit een combinatie van de drainageklassenkaart en kadastergegevens worden grondgebruikers geselecteerd. Elke grondgebruiker wordt in een interview gevraagd om per kaartvlak van de drainageklassenkaart (voor zover door hem/haar gebruikt) aan te duiden wat de actuele drainageklasse is. Mogelijke complicaties zijn, (i) dat eigenaars volgens het kadaster niet altijd de feitelijke grondgebruikers zijn; (ii) en dat niet alle grondgebruikers hun bodem en de drainagetoestand even goed "kennen" omdat ze het niet alle op dezelfde wijze gebruiken (bv militair domein versus landbouwgrond).

Omgaan met associaties van drainageklassen

De gebruiker kan een associatie van drainageklassen aanduiden als de geactualiseerde drainageklasse.

Mogelijkheden tot bepalen van aanvullende attributen

Per kaartvlak kan een GxG worden geschat door achteraf een koppeling te maken met geanalyseerde freatische peilbuizen. Dit kan bijvoorbeeld door de peilbuizen te koppelen aan de geactualiseerde drainageklasse. Dit geldt voor vrijwel elke andere parameter die per freatische peilbuis (na tijdreeksanalyse) is bepaald. Indien weinig peilbuisgegevens beschikbaar zijn zal het resultaat weinig informatief zijn.

3.4. Actualisatiemethoden op basis van herkartering

3.4.1. J: Geostatistische herkartering met gerichte opnamen en ruimtelijke hulpinformatie

Bron: Finke et al., 2004.

Benodigde gegevens

Puntgegevens: De GHG en GLG berekend in freatische peilbuizen binnen het te actualiseren gebied; GHG en GLG afgeleid uit gerichte opnames.

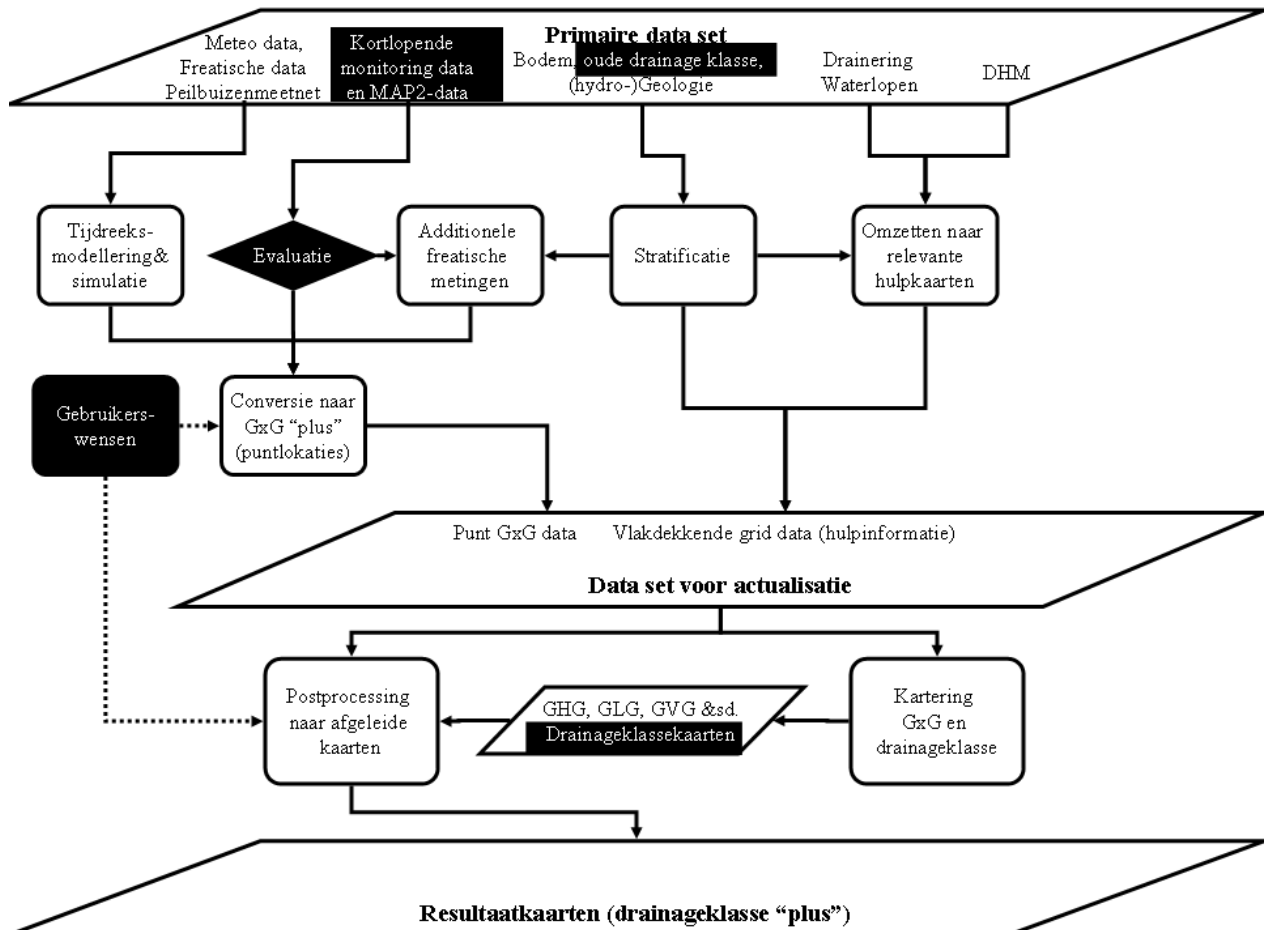
Vlakgegevens: De bestaande drainageklassenkaart; een digitaal hoogtemodel en diverse daarvan afgeleide gridbestanden; kaarten die ecohydrologische homogene zones aangeven.

Kleinste te actualiseren ruimtelijke eenheid

Gridcellen met de ruimtelijke resolutie van het digitale hoogtemodel (in Vlaanderen: 5x5 meter is haalbaar).

Methode van bepaling van de drainageklasse

Figuur 9 geeft de aanpak in hoofdlijnen weer. In de eerste fase worden klimaatsrepresentatieve GxG-gegevens verzameld op de locaties van een verdicht meetnet (via 'gerichte opname', tijdreeksanalyse en regressieanalyse), en wordt gebiedsdekkende hulpinformatie over topografie en waterhuishouding verzameld. In de tweede fase wordt de GxG ruimtelijk geïnterpoleerd, gebruik makend van gebiedsdekkende hulpinformatie. De tijdreeksanalyse verloopt zoals beschreven op pagina 27.



Figuur 9 Schematische werkwijze bij de herkartering van drainageklassenkaarten volgens methode J (Finke et al., 2004)

Stratificatie

Stratificatie is een verdeling in deelgebieden met als doel de nauwkeurigheid van de drainageklassenkaarten te vergroten. Binnen elk stratum (deelgebied) gelden karakteristieke regressierelaties tussen hulpinformatie en parameters die de grondwaterdynamiek beschrijven (m.n. GHG en GLG). De stratificatie is gebaseerd op de bodem- en drainageklassenkaart. De stratificatie gaat als volgt:

1. Geohydrologische hoofdeenheden worden onderscheiden op basis van dagzomende geologische formaties en breuklijnen volgens de geologische kaart;
2. Deze hoofdeenheden worden onderverdeeld in bodemkundig-hydrologische eenheden op basis van de bodem- en drainageklassenkaart, gegevens over het afwateringspatroon en de maaiveldhoogte;
3. De strata worden gevormd, waarbij plaatselijk bodemkundig-hydrologische eenheden worden samengevoegd om versnippering en kunstmatige discontinuïteiten op stratumgrenzen te vermijden. In Nederlandse toepassingsstudies waren de strata 1.000 tot 5.000 ha groot.

Gerichte opnames

De strata dienen als basis voor de "gerichte opname" van grondwaterstanden (zie p.27): op twee momenten worden grondwaterstanden gemeten in een groot aantal boorgaten op vooraf vastgestelde locaties, en in de grondwaterstandbuizen. Doel hiervan is om het net van punten waarvoor een GxG bekend is te verdichten, zodat er uiteindelijk voldoende GxG-data zijn om een relatie met maaiveldhoogten en daarvan afgeleide informatie vast te stellen. Hiertoe moet voor elk

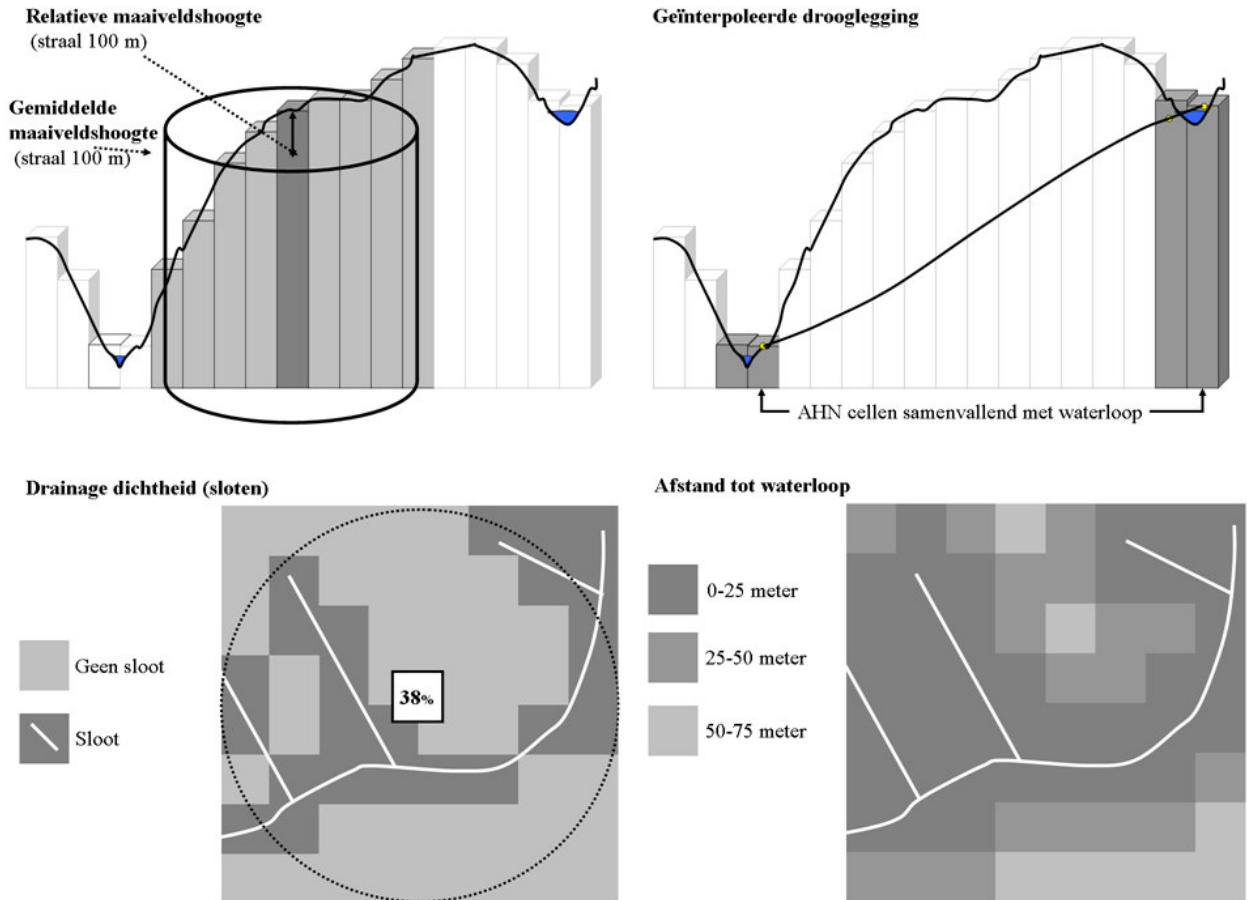
stratum de GxG van tenminste 20 locaties bekend zijn. Deze locaties moeten gelijkmatig over het stratum zijn verspreid en zowel droge als natte terreingedeelten vertegenwoordigen. In de Nederlandse toepassingsstudies geschiedde locatiekeuze i.h.a. door loting, in latere Vlaamse studies is de meer verfijnde methode van “conditioned latin hypercube sampling” (Minasny en McBratney, 2006) toegepast.

De gerichte opnames zelf geschieden zoals beschreven op pagina 27. Omdat de boorgaten niet dieper zijn dan 250 cm, bestaat een deel van de dataset uit “dieper dan”-waarden. Voorafgaand aan de regressievoorspellingen worden deze zogenaamde gecensureerde waarnemingen vervangen door maximum-likelihood-schattingen (Cohen, 1991).

Hulpgegevens

Om de drainageklasse gebiedsdekkend te karteren is gebiedsdekkende hulpinformatie nodig met een hoge resolutie en met een hydrologisch relevant verband met de drainageklasse. De beschikbare informatie van het hoogtemodel, de bodem- en drainageklassenkaart en het Top10-Vectorbestand is ondergebracht in vijf groepen. Variabelen die onderling een sterke correlatie hebben, worden samengebracht in één groep. De groepen zijn:

1. Relatieve maaiveldhoogte: de hoogte van een punt ten opzichte van de gemiddelde hoogte in een gebied met een bepaalde straal rond dat punt (Figuur 10). In Nederland gebruikte men zoekstralen van 100, 200, 300, 400 en 500 meter bij een resolutie van het hoogtemodel van $25 \times 25 \text{ m}^2$;
2. Drainagedichtheid: de dichtheid van drainagemiddelen beïnvloedt de grondwaterdynamiek, en geeft een indicatie over de grondwaterstanddiepte. Uit het Top10-Vectorbestand worden alle watergangen geselecteerd. Voor elke $25 \times 25 \text{ m}^2$ cel uit het hoogtemodel wordt bepaald hoeveel naburige cellen met een waterloop voorkomen binnen een zoekstraal van 100 meter (Figuur 10). Hierbij onderscheiden wij greppels en sloten, wat twee kaarten met drainagedichtheden oplevert;
3. Drooglegging ten opzichte van maaiveld: het hoogteverschil tussen de waterspiegel in een waterloop en het grondoppervlak. De drooglegging wordt geschat uit de gedigitaliseerde waterlopen uit het Top10-Vectorbestand (de digitale topografische kaart van het NGI) en het hoogtemodel (Figuur 10). Eerst wordt voor elk segment van een waterloop het peil t.o.v. TAW geschat met de waarde van het laagst gelegen punt van het hoogtemodel in de directe omgeving van de waterloop. Vervolgens wordt dit peil gebiedsdekkend geïnterpoleerd, gewogen naar de inverse afstand tot de waterloop. Tenslotte wordt de drooglegging gebiedsdekkend berekend als het verschil tussen de geïnterpoleerde peilen en de maaiveldhoogte uit het hoogtemodel. Peilen die gedurende het veldwerk worden gemeten, worden gebruikt om de kaart met droogleggingen te corrigeren. Zowel de gecorrigeerde droogleggingkaart als de kaart met oorspronkelijke schattingen wordt gebruikt als hulpinformatie;
4. Maaiveld t.o.v. TAW: de absolute maaiveldhoogte volgens het hoogtemodel;
5. De GHG en GLG volgens de bestaande drainageklassenkaart (in Nederland: de grondwatertrappenkaart 1 / 50 000). De bestaande kaart mag verouderd zijn wat betreft de absolute niveaus van de GHG en GLG, de ruimtelijke variatie wordt mogelijk nog wel goed weergegeven. Daartoe wordt de drainageklassenkaart omgezet in een kaart met ‘GHG-oud’ en ‘GLG-oud’;
6. Gesimuleerde GHG en GLG. In een recente studie (Hoogland et al., 2006) zijn met een regionaal grondwatermodel (SIMGRO) GHG en GLG gesimuleerd en als hulpinformatie gebruikt. Deze methode is zeer bewerkelijk en leverde een marginale kwaliteitsverbetering op.



Figuur 10 Voorbeelden van ruimtelijke hulpinformatie

Regressiemodellering

Voor elk stratum wordt een lineair regressiemodel geselecteerd dat de samenhang beschrijft tussen elke GxG en de gebiedsdekkende hulpinformatie uit de vijf groepen die hierboven zijn beschreven. Omdat variabelen uit dezelfde groep sterk gecorreleerd kunnen zijn, wordt uit elke groep slechts één hulpvariabele in het regressie-model opgenomen. Dit levert een groot aantal kandidaat-modellen op. Voor elk stratum wordt het beste model geselecteerd met behulp van een statistisch criterium, Mallows' Cp (Mallows, 1966). Om de onnauwkeurigheid van de GxG-schattingen voor peilbuis- en gerichte-opnamelocaties te verdisconteren wordt gewogen regressie uitgevoerd: hoe nauwkeuriger de schatting, hoe meer gewicht in de regressieanalyse. Met het geselecteerde regressiemodel wordt de GxG voorspeld voor elke cel uit het hoogtemodel waarvoor de hulpinformatie bekend is.

Analyse van de residuen

Het residue is het verschil tussen de GxG-waarde zoals berekend voor een peilbuislocatie of een locatie van de gerichte opname (GxG), en de waarde die voor die locatie is geschat met het regressiemodel ($G\hat{x}G$):

$$e_{i,k} = GxG_{i,k} - G\hat{x}G_{i,k}$$

voor de i-de locatie in stratum k. De residuen zijn gemiddeld nul en hebben variantie s_k^2 . De residuen kunnen ruimtelijk gecorreleerd zijn, met name als niet alle ruimtelijke correlatie in GxG met het regressiemodel kan worden verklaard. Voor de ruimtelijke interpolatie van de GxG is het van belang met de ruimtelijke correlatie van de residuen rekening te houden. De ruimtelijke correlatie van de residuen wordt gemodelleerd met een variogram (Davis, 2002, blz. 254-264). Omdat het aantal punten per stratum te klein is om een variogram te fitten, wordt deze gefit op de

gestandaardiseerde residuen; door de residuen te delen door de vierkantswortel van de restvariantie van het regressiemodel voor dat stratum kunnen de residuen uit alle strata worden gebruikt bij het fitten van het variogram.

Gebiedsdekkende interpolatie

De gestandaardiseerde residuen worden geïnterpoleerd naar elke DHM-cel door middel van simple kriging met het programma GSLIB (Deutsch en Journel, 1998). De geïnterpoleerde residuen worden vervolgens gestandaardiseerd en opgeteld bij de regressievoorspellingen van de GxG, wat de uiteindelijke GxG-kaart oplevert. Daarnaast wordt ook de nauwkeurigheid van de voorspelling berekend (variantie van de voorspelfout) als de som van twee componenten, nl. de nauwkeurigheid van de regressie en de nauwkeurigheid van de kriging-interpolatie. In recente actualisatiestudies is de interpolatiemethode aangepast (Van Kekem et al., 2005) naar het toepassen van Universal Co-kriging in de implementatie van GSTAT (Pebesma en Wesseling, 1998), waarbij simultaan de GHG, GLG en GVG worden geschat, rekening houdend met de crossvariogrammen tussen deze 3 parameters en gebruikmakend van het regressievlak uit de regressiemodellering als drift-variabele. Bovenvermelde analyse van de residuen kan dan komen te vervallen.

Omgaan met associaties van drainageklassen

Per gridcel wordt één drainageklasse vastgesteld.

Mogelijkheden tot bepalen van aanvullende attributen

Karakteristieken van de verdeling

De 74 parameters vermeld in Tabel 12 beschrijven de duurlijn (2), de regimecurve (24) en het 95%-betrouwbaarheidsinterval van de regimecurve (48). Omdat mag worden aangenomen dat deze parameters gecorreleerd zijn met de GxG, is een vereenvoudigde procedure voor de kartering toegepast:

1. voor de geohydrologische hoofdeenheden die de basis voor de stratificatie vormen worden de 74 parameters verkregen uit gesimuleerde tijdreeksen voor locaties van peilbuizen;
2. voor elk van de 74 parameters wordt een regressierelatie gefit, met GHG, GLG en GVG als verklarende variabelen;
3. voor het grid waarvoor de GxG voorspeld is, worden met behulp van de regressiemodellen de 74 parameters voorspeld.

Tabel 12 Gekarteerde tijdreeksparameters bij herkartering in Nederland

Naam	Beschrijving	Voorbeeld van een toepassing (altijd in samenhang met bodemkundige gegevens)	Aantal gekarteerde parameters
GHG	Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand	Bepaling van het fosfaatbindend vermogen	1
sdGHG	standaardfout van de voorspelde GHG		1
GLG	Gemiddeld Laagste Grondwaterstand	Bepaling van droogtestress bij gewassen	1
sdGLG	standaardfout van de voorspelde GLG		1
GVG	Gemiddelde Voorjaarsgrondwaterstand	Bepaling van de berijdbaarheid in het voorjaar	1
sdGVG	standaardfout van de voorspelde GVG		1
Gt	Grondwatertrap (Fig. 1)	Stratificatie op basis van de bodem- en Gt-kaart bij modellering	1
FOE	Frequency of Exceeding; het aantal tijdstippen* in enig jaar dat een gegeven grondwaterstand is overschreden. Gebaseerd op het geschatte gemiddelde en standaardafwijking van de grondwaterstand in een jaar, uitgaande van een normale verdeling	Aangeven van de geschiktheid voor ontwikkeling van specifieke natte of droge ecosystemen	2
REG	grondwaterREGime; verwachte grondwaterstand op een bepaalde dag* in enig jaar	Bepaling van de bergingscapaciteit gedurende het jaar	24
REG5	grondwaterREGime, 5de percentiel: het 5de percentiel van de verdeling van grondwaterstanden voor een bepaalde dag*	Bepaling van de minimale bergingscapaciteit gedurende het jaar	24

Naam	Beschrijving	Voorbeeld van een toepassing (altijd in samenhang met bodemkundige gegevens)	Aantal gekarteerde parameters
REG95	grondwaterREGime, 95ste percentiel: het 95ste percentiel van de verdeling van grondwaterstanden voor een bepaalde dag*	Bepaling van de maximale bergingscapaciteit gedurende het jaar	24
KWEL	Indicator voor het optreden van kwel of wegzijging in een jaar; geschat uit de mate waarin het verschil tussen de gemiddelde grondwaterstand en de drainagebasis kan worden verklaard uit het neerslagoverschot	Indicator voor de mogelijkheid voor ontwikkeling van kwelminnende vegetaties	1

* Gebaseerd op een halfmaandelijke waarnemingsfrequentie (de 14de en 28ste van de maand, dus 24 parameters) en representatief voor de heersende hydrologische en klimatologische omstandigheden

Kwel

Bij kwel zou de jaarlijks gemiddelde grondwaterstand zich boven het drainageniveau moeten bevinden wanneer het neerslagoverschot gelijk aan 0 is. De kwelflux q kan worden berekend voor peilbuislocaties met

$$q = (c - d)/\gamma$$

waarin c de jaarlijks gemiddelde grondwaterstand is [cm] als het neerslagoverschot 0 is, d het drainageniveau t.o.v. maaiveld is [cm] en γ de drainageweerstand [d] is die uit de parameters van het lineaire tijdreeksmodel kan worden geschat (Knotters en Bierkens, 2000). Vervolgens zijn regressiemodellen opgesteld waarmee q gebiedsdekkend kan worden voorspeld uit GHG, GLG, GVG en d . De waarden van q zijn tenslotte verdeeld over de klassen 'kwel', 'neutraal' en 'wegzijging', om schijn nauwkeurigheid te vermijden.

3.4.2. K: Ambachtelijke herkartering

Bron: Hamming et al., 1983; Bles et al., 1983 en 1984.

Benodigde gegevens

Puntgegevens: GHG- en GLG-schattingen op basis van hydromorfe profielkenmerken.

Vlakgegevens: De bestaande drainageklassenkaart.

Kleinste te actualiseren ruimtelijke eenheid

Een nieuw kaartvlak; de minimale grootte is een functie van de karteerschaal (in Nederland, bij schaal 1 / 50 000, is het kleinste kaartvlak ca. 6 ha).

Methode van bepaling van de drainageklasse

Aanvullende veldverkenning: de drainageklasse wordt in het veld gecontroleerd per kaartvlak en waar nodig worden de kaartvlakgrenzen aangepast of opnieuw gekarteerd.

Omgaan met associaties van drainageklassen

Deze worden in het veld benoemd of bij de kaartproductie uit generalisatie verkregen.

Mogelijkheden tot bepalen van aanvullende attributen

Veldschattingen van GHG en GLG kunnen worden gecorrigeerd voor systematische fouten door in een subset van deze locaties ook een gerichte opname uit te voeren, en hier een regressierelatie tussen GHGgerichte_opname en GHGveldschatting te bepalen. Toepassen van deze relatie levert verbeterde schattingen van de GHG op, die meestal een vrij grote onzekerheid hebben.

3.5. Ervaringen met actualisatiemethoden

3.5.1. Gedocumenteerde actualisatiestudies

Tabel 13 geeft een overzicht van gerapporteerde actualisatiestudies van grondwatertrappenkaarten en drainageklassenkaarten in Nederland en Vlaanderen. In totaal zijn 13 actualisatiestudies bekend, met een geactualiseerd areaal nabij de 1.9 miljoen hectare. In 2 van deze gebieden (oostelijk Gelderland en een deel van Noord-Brabant) zijn de actualisaties na korte tijd herhaald nadat aanvullende gegevens beschikbaar kwamen (Hoogland et al., 2004a en 2007). In 8 studies zijn de geactualiseerde kaarten gevalideerd. Het zijn de actualisaties met validatie die informatie leveren over kwaliteitsverschillen tussen methoden. De 6 gevalideerde studies in Nederland zijn gerapporteerd in Finke et al., 1994 (ambachtelijke herkarteringen), Finke, 2000 (kaartvlaksgewijze actualisatie) en Finke et al., 2004 (geostatistische

herkartering). In beide Vlaamse studies (Zidan, 2008; Van de Wauw en Finke, 2008) zijn zowel kaartvlaksgewijze actualisaties als geostatistische herkarteringen uitgevoerd.

Tabel 13 Gedocumenteerde actualisatiestudies (grondwatertrappenkaarten)

Periode	Locatie	Opper- vlakte (ha)	Doelstelling	Validatie ?	Referentie *
1983	Nederland-Overijssel (kaartblad 27 Oost)	50 000	Kwaliteitsverbetering	Ja (1994)	Hamming et al., 1983; Finke et al., 1994
1983	Nederland-Noord-Brabant (kaartblad 50 West)	50 000	Kwaliteitsverbetering	Ja (1994)	Bles et al., 1983; Finke et al., 1994
1984	Nederland-Noord-Brabant (kaartblad 45 West)	50 000	Kwaliteitsverbetering	Ja (1994)	Bles et al., 1984; Finke et al., 1994
1996	Nederland-Cuijk	7 200	Ruilverkaveling	nee	Te Riele en Brus, 1996
1995	Nederland-Overijssel	9 228	Onderzoek	ja	Finke et al., 1995
1996	Nederland-Drenthe	76 762	Waterschapslasten	ja	Finke et al., 1996
1997-1999; 2003	Nederland – oost Gelderland	197 000	Onderbouwing regionaal waterbeheer	ja	Hoogland et al., 2003 Hoogland et al., 2007
1999	Nederland-Weerijis	10 000	Onderzoek	ja	Finke et al., 1999
2000-2002	Nederland-Noord-Brabant en het noorden van Limburg	583 700	Beheersing wateroverlast	nee	Finke et al., 2002a-2002i Hoogland et al., 2004a
2003-2004	Nederland-Overijssel	80 585	Onderbouwing regionaal waterbeheer	nee	Knotters et al., 2005.
2002-2005	Nederland-overige zandgronden	928 570	Onderbouwing nationaal mestbeleid	nee	Van Kekem et al., 2005.
2008	Vlaanderen-Kluizen	336	Onderzoek	ja	Zidan, 2008
2007-2009	Vlaanderen-Dijlevallei	1 000	Onderzoek	ja	Van de Wauw en Finke, 2008.

* Referenties verwijzen naar project-rapporten. Nederlandse rapporten van na 2000 zijn opvraagbaar via <http://www.alterra.wur.nl/NL/publicaties+Alterra/Alterra+rapporten>

3.5.2. Gedocumenteerde kwaliteit

De oudste validatiestudies dateren uit 1994. Van drie kaartbladen van de 1 / 50 000 Bodem- en grondwatertrappenkaart van Nederland zijn de gereviseerde en de oorspronkelijke kaarten vergeleken met peilbuisinformatie uit de periode voorafgaand aan de actualisatiedata (1983 en 1984). Voor elke peilbuis met voldoende gegevens in die periode is de GHG en GLG berekend en deze is gebruikt om de **MG** en **FEXG** te berekenen voor zowel de oude als de gereviseerde kaarten. Deze berekening heeft plaatsgevonden in 1994 (Finke et al., 1994) en de resultaten zijn vermeld in Tabel 14. Opvallend is dat in een van de drie actualisaties de kwaliteit van de kaart na actualisatie is verslechterd (zowel **MG** als **FEXG**), en dat de waarden van deze kwaliteitsparameters relatief ongunstig afsteken tegenover de resultaten van latere actualisatiestudies (Tabel 15). Vermoedelijk is de lagere kwaliteit van de actualisatie toe te schrijven aan het opnieuw gebruiken van hydromorfe profielkenmerken bij de herkartering, waarmee de veranderde hydrologische situatie zoals die wordt waargenomen in de freatische peilbuizen niet kon worden gereproduceerd.

De resultaten van de validatiestudies na toepassing van de moderne actualisatiemethoden A..H zijn weergegeven in Tabel 15. Hierbij zijn voor zover mogelijk de kwaliteitsparameters beschreven op p.28 e.v. vermeld. Idealiter worden voor verschillende actualisatieprojecten alle methoden vergeleken om tot een algemene uitspraak over de best presterende methode te kunnen komen, eventueel als functie van gebiedseigenschappen. Helaas is dit in de meeste gevallen niet gebeurd en werden slechts enkele actualisatiemethoden vergeleken. Toch kunnen de volgende conclusies worden getrokken uit deze studies:

1. Bij de meest systematische vergelijking van de kaartvlaksgewijze methoden A tot en met H, in de Nederlandse studie gerapporteerd door Finke (2000), presteerde methode E, actualisatie per stratum met gerichte opnames en een optimalisatietechniek, het best. Dit gold voor alle kwaliteitsmaten MG en FEXG en ook voor de informatiecriteria Actualiseerbaar areaal en Behoud heterogeniteit. In twee andere studies (Finke et al., 1996; Zidan, 2008) maakte methode E ook deel uit van de vergelijking, en ook daar was het de best presterende kaartvlaksgewijze methode.

Voor de volledigheid dient opgemerkt dat Methode I nimmer is toegepast c.q. vergeleken met andere methoden, en dus niet op kwaliteit kan worden beoordeeld;

2. Een kenmerk van de actualiseringsmethoden A tot en met D, gebaseerd op alleen peilbuizen, is dat het actualiseerbare areaal lager is dan 100%. Dit is het gevolg van de lage aantallen peilbuizen met kwalitatief goede meetreeksen in Nederland;
3. Bij twee vergelijkingen in Vlaanderen (Zidan, 2008; Van de Wauw en Finke, 2008) tussen enkele kaartvlaksgewijze actualisatiemethoden en de herkarteringsmethode (J) presteerde de herkarteringsmethode het best. Dit gold voor de kwaliteitsmaten MG en FEXG en ook voor de informatiecriteria Actualiseerbaar areaal en Behoud heterogeniteit. In één geval was de zuiverheid van de kaart resulterend uit de herkartering minder goed dan die resulterend uit de kaartvlaksgewijze methoden F en G.

Tabel 14 Kentallen van gevalideerde actualisatiestudies in Nederland volgens methode K (ambachtelijke herkartering).

Methode	Omschrijving in kenwoorden	Validatie 1 Nederland (1983, kaartblad 27 Oost, 50.000 ha, 1/50.000, validatie met peilbuisinformatie tot 1983 op 52 locaties)				Validatie 2 Nederland (1983, kaartblad 50 West, 50.000 ha, 1/50.000, validatie met peilbuisinformatie tot 1983 op 33 locaties)				Validatie 3 Nederland (1984, kaartblad 45 West, 50.000 ha, 1/50.000, validatie met peilbuisinformatie tot 1984 op 22 locaties)			
		Oude Gt-kaart		Geactualiseerde Gt-kaart		Oude Gt-kaart		Geactualiseerde Gt-kaart		Oude Gt-kaart		Geactualiseerde Gt-kaart	
		MG (-)	FEXG (%)	MG (-)	FEXG (%)	MG (-)	FEXG (%)	MG (-)	FEXG (%)	MG (-)	FEXG (%)	MG (-)	FEXG (%)
K	Ambachtelijke herkartering	0,534	19,2	0,403	11,5	0,248	6,1	0,330	9,1	0,600	18,2	0,288	4,5

Tabel 15 Kentallen van gevalideerde actualisatiestudies in Nederland en Vlaanderen

Indien de studie een methodiekgelijking bevatte, is de best presterende methode **gemarkeerd**.

Methode	Omschrijving in kenwoorden	Validatie 4 Nederland (1994, 9.228 ha, 1/50.000, kartering met 1 opname/65 ha, validatie op 60 locaties)				Validatie 5 Nederland (1996, 76.762 ha, 1/50.000, kartering met 1 opname/101 ha en 1 veldschatting/36 ha, validatie op 196 locaties)				Validatie 6 Nederland (1999, 10.000 ha, 1/50.000, resolutie 25x25 m ² , kartering met 1 opname/110 ha, validatie op 30 locaties)				Validatie 7 Nederland (1998, 179.000 ha, 1/50.000, resolutie 25x25 m ² , kartering met 1 opname/184 ha, validatie op 91 locaties)									
		Gt-kaart				Gt-kaart				Gt-kaart	GHG-kaart		GLG-kaart		GVG-kaart		Gt-kaart	GHG-kaart		GLG-kaart		GVG-kaart	
		MG (-)	FEXG (%)	Actualiseerbaar areaal (%)	Behoud heterogeniteit (%)	MG (-)	FEXG (%)	Actualiseerbaar areaal (%)	Behoud heterogeniteit (%)	Zuiverheid (%)	ME (cm)	RMSE (cm)	ME (cm)	RMSE (cm)	ME (cm)	RMSE (cm)	Zuiverheid (%)	ME (cm)	RMSE (cm)	ME (cm)	RMSE (cm)	ME (cm)	RMSE (cm)
0	Bestaande kaart	0.273	7.4	n.r.	n.r.	-	-	-	-	13	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	-	
A	Peilbuizen - drainageklasse - optimalisatie	0.222	7.3	93.2	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
B	Peilbuizen - drainageklasse - gemiddelde GxG	0.217	7.3	93.2	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
C	Peilbuizen - drainageklasse+ingreep - optimalisatie	0.215	7.5	90.7	n.b.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
D	Peilbuizen - drainageklasse+ingreep - gemiddelde GxG	0.232	7.5	90.7	n.b.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
E	Gerichte opnames - gestratificeerd aselekt - optimalisatie	0.122	0.5	100	60	0.342	n.b.	100	115	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
F	Gerichte opnames - gestratificeerd aselekt - gemiddelde GxG	0.180	0.5	100	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
G	Gerichte opnames - kaartvlak - gemiddelde GxG	0.201	6.3	100	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
H	Gerichte opnames - kaartvlak - modale kriging schatter	0.158	3.7	100	50	0.495	n.b.	100	n.b.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
I	Opinies grondgebruikers - kaartvlak	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
J	Gerichte opnames - gestratificeerd aselekt - herkartering	-	-	-	-	-	-	-	-	37	3	37	6	35	2	32	62	4	27	7	42	5	28

Methode	Omschrijving in kenwoorden	Validatie 8 Vlaanderen (2008, Kluizen 336 ha, 1/20.000, kartering met 1 opname/5 ha, resolutie 5x5 m ² , validatie op 31 locaties)										
		Drainageklassekaart				GHG-kaart		GLG-kaart		GVG-kaart		
		MG (-)	FEXG (%)	Actualiseerbaar areaal (%)	Behoud heterogeniteit (%)	Zuiverheid (%)	ME (cm)	RMSE (cm)	ME (cm)	RMSE (cm)	ME (cm)	RMSE (cm)
0	Bestaande kaart	0.236	0.0	n.r.	n.r.	16	-	-	-	-	-	
A	Peilbuizen - drainageklasse - optimalisatie	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	
B	Peilbuizen - drainageklasse - gemiddelde GxG	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	
C	Peilbuizen - drainageklasse+ingreep - optimalisatie	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	
D	Peilbuizen - drainageklasse+ingreep - gemiddelde GxG	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	
E	Gerichte opnames - gestratificeerd aselekt - optimalisatie	0.087	0.0	100	86	58	-	-	-	-	-	
F	Gerichte opnames - gestratificeerd aselekt - gemiddelde GxG	0.087	0.0	100	86	58	-	-	-	-	-	
G	Gerichte opnames - kaartvlak - gemiddelde GxG	0.091	0.0	100	100	58	-	-	-	-	-	
H	Gerichte opnames - kaartvlak - modale kriging schatter	-	-	100	-	-	-	-	-	-	-	
I	Opinies grondgebruikers - kaartvlak	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
J	Gerichte opnames - gestratificeerd aselekt - herkartering	0.064	0.0	100	129	61	3.4	19.2	4.9	27.6	-8.9	49.5

Methode	Omschrijving in kenwoorden	Validatie 9 Vlaanderen (2008, Dille 1.000 ha, 1/20.000, resolutie 5x5 m ² , kartering met 1 opname/11 ha, validatie op 33 locaties)										
		Drainageklassekaart				GHG-kaart		GLG-kaart		GVG-kaart		
		MG (-)	FEXG (%)	Actualiseerbaar areaal (%)	Behoud heterogeniteit (%)	Zuiverheid (%)	ME (cm)	RMSE (cm)	ME (cm)	RMSE (cm)	ME (cm)	RMSE (cm)
0	Bestaande kaart	0.251	12.0	n.r.	n.r.	32	-	-	-	-	-	
A	Peilbuizen - drainageklasse - optimalisatie	-	-	100	-	-	-	-	-	-	-	
B	Peilbuizen - drainageklasse - gemiddelde GxG	-	-	100	-	-	-	-	-	-	-	
C	Peilbuizen - drainageklasse+ingreep - optimalisatie	-	-	100	-	-	-	-	-	-	-	
D	Peilbuizen - drainageklasse+ingreep - gemiddelde GxG	-	-	100	-	-	-	-	-	-	-	
E	Gerichte opnames - gestratificeerd aselekt - optimalisatie	-	-	100	-	-	-	-	-	-	-	
F	Gerichte opnames - gestratificeerd aselekt - gemiddelde GxG	0.230	12.0	100	57	52	-	-	-	-	-	
G	Gerichte opnames - kaartvlak - gemiddelde GxG	0.276	16.0	100	100	44	-	-	-	-	-	
H	Gerichte opnames - kaartvlak - modale kriging schatter	-	-	100	-	-	-	-	-	-	-	
I	Opinies grondgebruikers - kaartvlak	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
J	Gerichte opnames - gestratificeerd aselekt - herkartering	0.191	3.6	100	114	<43>	2.8	25.6	8.6	31.0	5.4	29.2

3.5.3. Gedocumenteerde kosten

Finke (2000) ontwikkelde een kostenfunctie om voorafgaand aan de actualisatie en afhankelijk van de actualisatiemethodiek, de totale kosten van kaartvlaksgewijze actualisaties te kunnen schatten en vergelijken (Tabel 16). Deze functie bevat nog geen component voor het uitvoeren van de tijdreeksanalyses. De bedragen corresponderen met het prijspeil in Nederland rond 1996, de kaartschaal is 1 / 50 000 en één kaartblad correspondeert met een terreinoppervlak van 50 000 hectare. Uit ervaring is inmiddels gebleken dat het aantal meetlocaties/dag moet worden aangepast van 15 naar 10, en dat 2 veldbezoeken voldoende zijn voor de gerichte opname. Dit is in de tabel aangepast.

Voor de grootschalige geostatistische herkarteringen die vanaf 1999 in Nederland werden uitgevoerd, is als vuistregel gehanteerd dat de kosten (prijspeil 1999) equivalent zijn aan € 1.52 per hectare bij grote aantallen (meer dan 100.000) hectares. Uitgaande van 1 observatielocatie per 110 hectare, kunnen de kostenfuncties ook op methode J (geostatistische herkartering) worden toegepast.

Deze kostenfunctie moet nog aangepast worden voor de Vlaamse situatie omdat het prijspeil, de kaartschaal en de kaartbladgrootte verschillend zijn.

Tabel 16 Kostencomponenten bij de kaartvlaksgewijze actualisatie in Nederland (naar Finke, 2000)

Kostencomponent *	Vlaksgewijze actualisatiemethode												
	A	B	C	D	E					F	G	H	J
Selectie bruikbare freatische peilbuizen					$N_{\text{kaartbladen}} \times 0,9 \frac{k\text{€}}{\text{kaartblad}}$								
Veldbeoordeling bruikbare freatische peilbuizen					$\frac{N_{\text{kaartbladen}}}{0,25 \text{ kaartbladen / dag}} \times 0,5 \frac{k\text{€}}{\text{dag}}$								
Bemonsteringsontwerp en voorbereiding veldwerk					$\left(\frac{ha}{25000 ha / dag} + \frac{N_{\text{meetlocaties}}}{10 \text{ meetlocaties / dag}} \right) \times 0,5 \frac{k\text{€}}{\text{dag}}$								
Gerichte opnames (2 metingen / locatie)					$\frac{N_{\text{meetlocaties}} \times 2 \text{ bezoeken}}{10 \text{ meetlocaties / dag}} \times 0,5 \frac{k\text{€}}{\text{dag}}$								
Vertaling veldmetingen naar GHG en GLG					0,9 k€								
Actualisatie Gt-kaart					0,9 k€								
Veldcontrole Gt-associaties					$\frac{N_{\text{associatie-polygonen}}}{5 \text{ polygonen / dag}} \times 0,5 \frac{k\text{€}}{\text{dag}}$								
Rapportage en kaartproductie					5,9 k€								

* Grijs velden: kostencomponent niet van toepassing. $N_{\text{meetlocaties}}$ is afhankelijk van de actualisatiemethode.

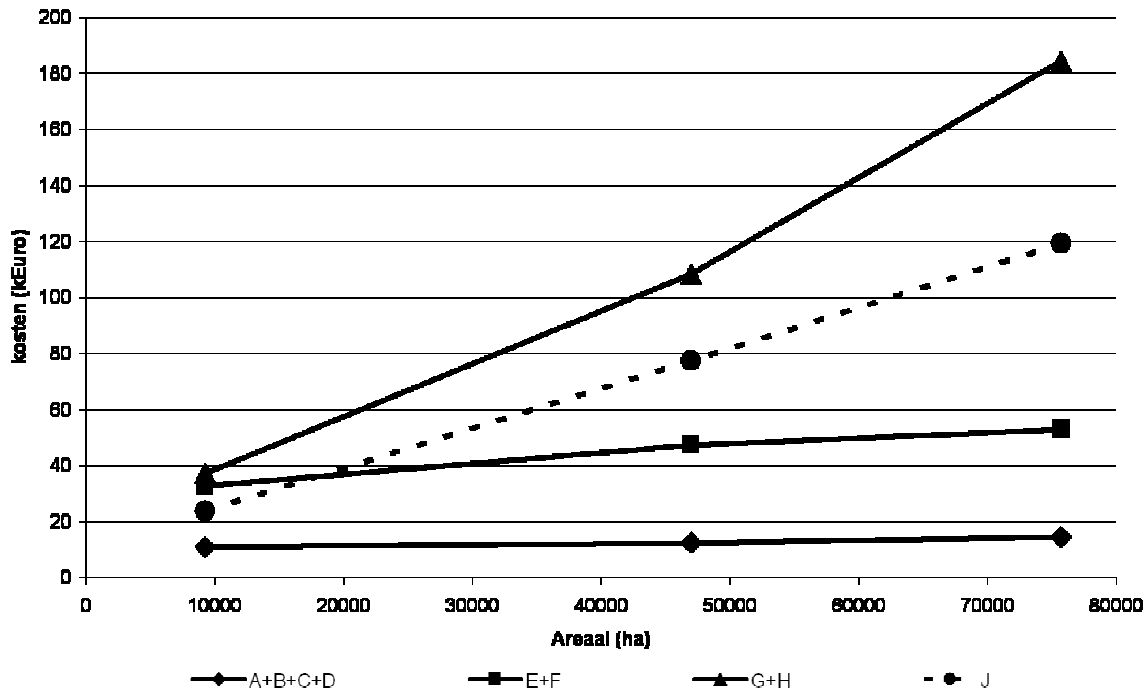
De gegevens uit bovenstaande tabel zijn gebruikt om voor de 3 areaalgroottes uit Finke (2000) de totale kosten (exclusief tijdreeksanalyse) te schatten. Uit Figuur 11 kunnen een aantal conclusies worden getrokken:

1. Vanwege het vrijwel ontbreken van terreinwerk zijn methoden A..D het goedkoopst;
2. De kostenstijgingen van de kaartvlaksgewijze actualisatiemethoden G en H bij een toenemend gebiedsoppervlak zijn aanzienlijk hoger dan die van de overige methoden, waardoor methoden G en H in het algemeen het duurst zijn;
3. De totale kosten van een geostatistische herkartering (methode J) zijn hoger zijn dan kaartvlaksgewijze actualisatiemethoden A..F.

De kosten van een actualisatie door middel van interviews met grondgebruikers (methode I) zijn onder een aantal veronderstellingen te schatten. Uitgaande van een gemiddeld areaal van 50 hectare per grondgebruiker (buiten stedelijk gebied), 90% van het oppervlak van een kaart met een drainageklasse en 5 interviews per dag zijn bij een gebied van 50 000 hectare 900 interviews noodzakelijk, hetgeen 180 werkdagen zou kosten. Inclusief het achterhalen van de grondgebruikers via het kadaster, rapportage en kaartproductie zou dit komen op ongeveer 1 mensjaar werk, waarvan de kosten worden geschat op 100 kEuro. Daarmee is deze methode ongeveer even duur als de andere kaartvlaksgewijze methoden G en H.

De kosten van een ambachtelijke herkartering (methode K) zijn niet eenvoudig in te schatten omdat deze methode op deze kaartschaal al lang niet meer is toegepast. Vroeger werd in

Nederland de vuistregel van “1 mensjaar karteren voor 1 kaartblad” (50 000 hectare, schaal 1 / 50 000) toegepast. Inclusief digitalisatie, rapportage en kaartproductie zou dit voor 50 000 hectare nu meer dan 120 kEuro kosten, waarmee deze methode duurder is dan alle andere methoden weergegeven in Figuur 11.



Figuur 11 Kosten van actualisatiemethoden als functie van gebiedsoppervlak (naar Finke, 2000)

3.5.4. Discussie

De drie belangrijkste verschillen tussen de Vlaamse en de Nederlandse datasituatie betreffende de actualisatie van de drainageklassenkaarten zijn:

- (1) de kaartschaal van 1 / 20 000 in Vlaanderen en 1 / 50 000 in Nederland;
- (2) de lagere dichtheid van de freatische meetnetten (primair meetnet, freatisch meetnet, INBO-meetnet) in Vlaanderen. In Noord-Brabant werd, na een veldcontrole en tijdreeksanalyse geconcludeerd dat er gemiddeld 1 bruikbare peilbuis per 27 km² beschikbaar was. De analyses in Vlaanderen duiden op 1 freatische peilbuis per 61 km². In deze analyse werd het aantal freatische peilbuizen uit DOV geteld waar meer dan 2 jaren is gemeten en waar meer dan 24 metingen zijn gedaan. Van deze peilbuizen is nog niet bekend of deze een veldcontrole en tijdreeksanalyse zouden doorstaan;
- (3) het ontbreken van de drainageklasse in de polders van de kustvlakte in Vlaanderen.

Zowel in Nederland als in Vlaanderen zijn digitale hoogtemodellen met resolutie van 5x5, 25x25 en 100x100 m² beschikbaar, maar omwille van de 1 / 50 000 kaartschaal is bij actualisatiestudies in Nederland meestal het 25x25 m² hoogtemodel gebruikt waar in Vlaanderen het 5x5 m² hoogtemodel het meest aangewezen is. De consequenties van de bovengenoemde verschillen zijn:

- ad 1 De gedetailleerdere kaartschaal in Vlaanderen impliceert een hogere waarnemingsdichtheid voor een actualisatie, waardoor de kosten per hectare waarschijnlijk hoger zullen liggen, afhankelijk van de toe te passen methode. Bij de actualisatiemethoden die zich richten op groepen kaartvlakken (methoden A..F) zullen de verschillen in waarnemingsdichtheid niet groot hoeven te zijn; bij de actualisatiemethoden die zich richten op individuele kaartvlakken (G en H) zullen de verschillen wel groot zijn, omdat het aantal kaartvlakken van een 1 / 20 000 kaart groter is dan van een 1 / 50 000 kaart (in hetzelfde gebied). De kosten van methode I (actualisatie door grondgebruikers) zijn niet uit ervaring bekend, maar het mag worden verwacht dat de kosten in de ordergrootte van die van G en H zullen liggen. Bij evaluaties van methode J (geostatistische herkartering) in Nederland werd geconcludeerd (Bierkens en

- Hoogland, 2002 en Hoogland et al., 2004b) dat de toegepaste waarnemingsdichtheid van 1 waarneming per 110 hectare beter hoger was geweest. Omwille van kostenaspecten (Finke et al., 2004) is dit niet gedaan;
- ad 2: De lagere dichtheid van het freatisch peilbuizen netwerk in Vlaanderen heeft serieuze consequenties voor de toepasbaarheid van de alleen op peilbuisinformatie gebaseerde methoden A..D. In de Nederlandse situatie was een deel van het areaal niet actualiseerbaar ten gevolge van een ongunstige verdeling van freatische peilbuizen over de drainageklassen, deze situatie zal zich in sterkere mate in Vlaanderen voordoen waardoor methoden A..D in de praktijk niet op kleinere gebieden kunnen worden toegepast. Dit bleek overigens al in de proefstudie in Kluizen (Zidan, 2008; zie Tabel 15), waar binnen het gebied geen enkele bruikbare freatische peilbuis aanwezig was;
- ad 3: De methoden waarbij de aanwezigheid van een oude drainageklassenkaart een vereiste is (methoden A..I) kunnen niet goed worden toegepast in de Vlaamse kustvlakte, want in de polderstreek is de drainageklasse niet eerder gebiedsdekkend gekarteerd. Hier ontbreekt essentiële informatie voor de stratificatie. Het is de vraag of de lithostratigrafisch-geomorfologische eenheden in de kustvlakte voldoende patrooninformatie bevatten om verschillen in drainageklasse te kunnen identificeren. De bodems gecodeerd met V, M of X hebben ook geen drainageklasse; echter deze kaartvlakken kunnen bij methoden A..I alsnog van een drainageklasse worden voorzien omdat het bodems in typische landschappelijke posities betreft. De kosten van een ambachtelijke kartering (methode K) in de polderstreek zullen hoog zijn omdat de beschikbare patrooninformatie mogelijk onvoldoende informatie bevat over de variatie in drainageklasse en er dus veel waarnemingen moeten worden gedaan. Enkel methode J (Geostatistische herkartering) is toepasbaar in de polderstreek.

Uit de conclusies getrokken met betrekking tot kosten en kwaliteit van de actualisatiestudies uit Nederland en de specifieke Vlaamse data-situatie kunnen enkele algemene conclusies worden getrokken over de toepasbaarheid van de verschillende methoden in Vlaanderen. Deze conclusies zijn, met een korte motivatie, samengevat in Tabel 17. De methoden E en J zijn, gezien de ervaringen, het meest geschikt voor de actualisatie van de Vlaamse drainageklassenkaart buiten de polderstreek. In de polderstreek lijkt alleen methode J geschikt.

Tabel 17 Conclusies over de toepasbaarheid van 11 actualisatiemethoden in Vlaanderen

Methodie	Bondige omschrijving	Toepasbaarheid in Vlaanderen	Motivatie
A	Peilbuizen - drainageklasse - optimalisatie	slecht	Geringe dichtheid freatisch peilbuizenet net resulteert in grote niet-actualiseerbare oppervlakken of zeer grote strata. Beperkt toepasbaar in polderstreek.
B	Peilbuizen - drainageklasse - gemiddelde GxG	slecht	
C	Peilbuizen - drainageklasse+ingreep - optimalisatie	slecht	
D	Peilbuizen - drainageklasse+ingreep - gemiddelde GxG	slecht	
E	Gerichte opnames - gestratificeerd aselect - optimalisatie	goed	Goede kwaliteit mogelijk; redelijke kosten. Beperkt toepasbaar in polderstreek.
F	Gerichte opnames - gestratificeerd aselect - gemiddelde GxG	goed	
G	Gerichte opnames - kaartvlak - gemiddelde GxG	matig	Matige kwaliteit en hoge kosten. Beperkt toepasbaar in polderstreek.
H	Gerichte opnames - kaartvlak - modale kriging schatter	matig	Vrij goede kwaliteit en hoge kosten. Beperkt toepasbaar in polderstreek.
I	Opinies grondgebruikers - kaartvlak	matig	Onbekende kwaliteit, kans op niet actualiseerbare oppervlakken, vrij hoge kosten (interviews). Beperkt toepasbaar in polderstreek.
J	Gerichte opnames - gestratificeerd aselect – geostatistische herkartering	goed	Goede kwaliteit mogelijk; redelijke kosten. Toepasbaar in polderstreek
K	Ambachtelijke herkartering	matig	Matige kwaliteit en hoge kosten. Tegen hoge kosten toepasbaar in polderstreek.

3.6. Interactie met Stuurgroep en consequenties voor proefproject in Vlaanderen

De volgende resultaten van de gebruikersbevraging zijn van belang:

1. De belangrijkste beperkingen die een actualisatie gewenst maken zijn: (i) De kaarten zijn nu niet actueel; (ii) De kaarten bevatten geen kwantitatieve variabele; (iii) De kaarten bevatten te weinig detail;
2. De gebruikers geven de voorkeur aan een herkartering (43/61) boven een kaartvlaksgewijze actualisatie (12/61) van de drainageklasse;
3. De gebruikers geven aan dat aandacht gewenst is voor speciale situaties met stuwwatertafels (40/61) en tevens voor een kartering in de polderstreek (36/61);
4. De gebruikers geven als prioritaire parameters naast de drainageklasse: GHG+GLG; het voorkomen van kwel; de maximale en minimale GWT; de betrouwbaarheid c.q. kwaliteit van de gekarteerde parameters. Hierbij kan worden vermeld dat bij toepassing methode J (geostatistische herkartering) de volgende parameters ook kunnen worden gekarteerd: de regimecurve, de GVG en duurlijnen.

Uit een combinatie van de gebruikerswensen en het discussie hoofdstuk worden de volgende wensen ten aanzien van het proefproject geformuleerd:

- Gebiedskeuze: bij voorkeur een gebied waarin tevens stuwwatertafels en een poldergebied voorkomen;
- Actualisatiemethode:
 - bij voorkeur Herkarteringsmethode J toepassen om drainageklasse, GxG, maximale en minimale grondwatertafels, vóórkomen van kwel, regimecurve en duurlijnen en kwaliteitsparameters (van GxG) te karteren. Dit impliceert dat een lineair tijdreeksmodel model worden toegepast, omdat de drainageweerstand moet worden geschat uit tijdreeksparameters voor het bepalen van het vóórkomen van kwel;
 - In deelgebieden waar reeds een drainageklassenkaart bestond: methode E (stratumsgewijze actualisatie met gerichte opnames) eveneens toepassen om nieuwe drainageklassenkaart te maken;
- Uitvoeren van een onafhankelijke validatie;
- Monitoren en rapporteren van kostenposten om de Nederlandse kostenfunctie te kunnen aanpassen naar de Vlaamse situatie;

4. PROEFACTUALISATIES IN VLAANDEREN

4.1. Gebieden voor proefactualisaties

4.1.1. Aandachtspunten

Uit de gebruikerinventarisatie, de bureaustudie en de stuurgroepvergadering van 5 mei 2009 zijn de volgende aandachtspunten voor proefactualisaties naar voren gekomen:

1. Gebiedskeuze

- 1.1. Er moeten stuwwatertafels voorkomen om de actualiseerbaarheid in dergelijke omstandigheden te kunnen onderzoeken;
- 1.2. Een deel van het gebied moet binnen de polders liggen;
- 1.3. In een proefgebied moeten verschillende strata voorkomen zodat rand-effecten kunnen worden onderzocht.

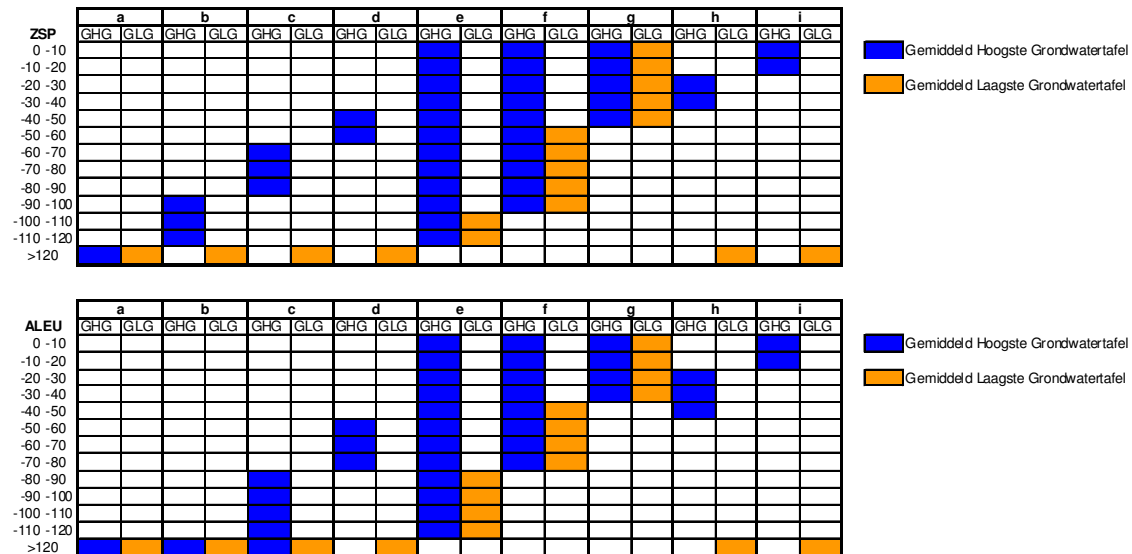
2. Actualisatiemethode en resulterende kaarten

- 2.1. Toepassen van actualisatiemethode J (geostatistische herkartering), leidend tot kaarten van drainageklasse, GxG, maximale en minimale grondwatertafels, vóórkomen van kwel, regimecurve en duurlijnen en kwaliteitsparameters (van GxG);
- 2.2. Toepassen van actualisatiemethode E (stratumsgewijze actualisatie met gerichte opnames) om een nieuwe drainageklassenkaart te maken. Hierbij bestaat afhankelijkheid van de aanwezigheid van een "oude" drainageklassenkaart.

3. Kosten en kwaliteit

- 3.1. Uitvoeren van validaties om de kwaliteit van de gemaakte kaarten te toetsen;
- 3.2. Toepassen van verschillende waarnemingsdichtheden om het effect op kosten en kwaliteit te kunnen inschatten;
- 3.3. Evalueren van verschillende manieren om het freatisch (MAP2-) meetnet te betrekken bij de kartering;
- 3.4. Monitoren en rapporteren van kostenposten om een bestaande kostenfunctie te kunnen bijstellen naar de Vlaamse situatie.

Bij de proefactualisaties is in eerste instantie de legende van Van Ranst en Sys (2000; zie Figuur 7, p.26) gebruikt. Echter, omdat bepaalde combinaties van GHG en GLG met deze legenda niet klassificeerbaar zijn (bijvoorbeeld: een GHG van 50 cm met een GLG van 75 cm diepte), is een aangepaste legende gebruikt (Figuur 12). De GHG-trajecten bij drainageklassen e en f zijn hierbij vergroot.



Figuur 12 Gehanteerde legende bij de proefactualisaties

4.1.2. Vertaling van aandachtspunten naar activiteiten in proefgebieden

4.1.2.1. Extra activiteiten in bestaande proefgebieden

In Vlaanderen zijn in het verleden reeds 2 proefstudies uitgevoerd (Zidan, 2008 en Van de Wauw en Finke, 2008). Hieraan wordt in het kader van dit onderzoek nog één studie toegevoegd. Tabel 18 vat samen voor welke van de aandachtspunten uit hoofdstuk 4.1.1 in de eerdere studies reeds aandacht was, en welke dientengevolge nog dienen worden uitgewerkt in dit project.

Tabel 18 Koppeling van aandachtspunten aan (eerdere) proefstudies

Aandachtspunt	Kluizen		Dijlevallei		Extra proefstudie
	al	nog	al	nog	nog
1.1 Stuwwatertafels	Nee	Nee	Ja	Nee	Ja
1.2 Polders	Nee	Nee	Nee	Nee	Ja
1.3 Meerdere strata	Nee	Nee	Nee	Nee	Ja
2.1 Methode J	Ja	max/min GWT	Ja	max/min GWT	Ja
2.2 Methode E	Ja	-	Nee	Ja	Ja
3.1 Validaties	Ja	Ja,	Ja	Ja,	Ja
3.2 Waarnemingsdichtheden	1/5 ha	1/10 ha	1/11 ha	1/20 ha	1/9 ha en 1/17 ha
3.3 Gebruik MAP2	2 buizen	-	Nee	Nee	Ja
3.4 Kostenposten	Nee	Ja	Nee	Ja	Ja

NB: al=reeds onderdeel van proefstudie; nog=nog uit te voeren. Gemarkeerde aandachtspunten dienen nog uitgevoerd.

Het proefgebied Kluizen (Zidan, 2008)

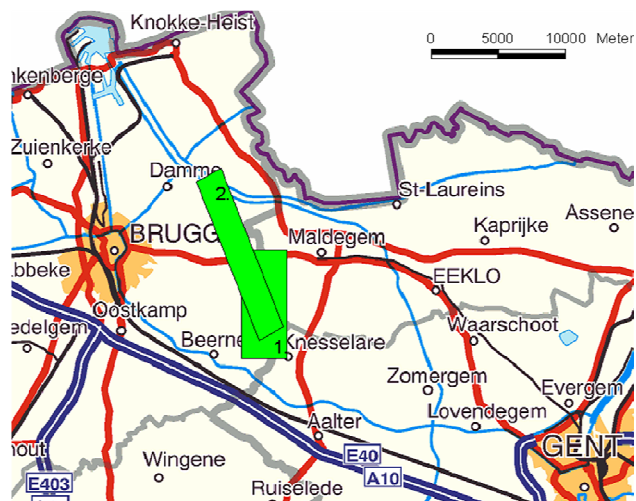
- Dit zal nogmaals worden gekarteerd (methoden J en E) met een deel van de beschikbare waarnemingen. De extra kaarten van GxG (J) en drainageklasse (J en E) gebaseerd op een waarnemingsdichtheid 1/10 ha zullen met de bestaande validatiewaarnemingen worden getoetst;
- De 2 varianten in waarnemingsdichtheid zullen op kwaliteit en op kosten worden vergeleken;
- Aanvullend zullen (met methode J) GIS-bestanden worden geproduceerd die de kwaliteit van de GxG-kaarten weergeven, en waarmee per pixel (gridcel op de finale kaart) de duurlijn en regimecurve kan worden geconstrueerd;
- Een verwachtingskaart van de maximale en minimale grondwatertafel zal worden gemaakt (methode J).

Het proefgebied Dijlevallei (Van de Wauw en Finke, 2008)

- Dit zal met de oorspronkelijke waarnemingsdichtheid van 1/11 ha nog worden gekarteerd met methode E;
- Daarnaast zal het gebied nogmaals worden gekarteerd (methoden J en E) met een deel van de beschikbare waarnemingen. De extra kaarten van GxG (J) en drainageklasse (J en E) gebaseerd op een waarnemingsdichtheid 1/20 ha zullen met de bestaande validatiewaarnemingen worden getoetst;
- De 2 varianten in waarnemingsdichtheid zullen op kwaliteit en op kosten worden vergeleken.
- Aanvullend zullen (met methode J) GIS-bestanden worden geproduceerd die de kwaliteit van de GxG-kaarten weergeven, en waarmee per pixel de duurlijn en regimecurve kan worden geconstrueerd;
- Een verwachtingskaart van de maximale en minimale grondwatertafel zal worden gemaakt (methode J).

4.1.2.2. Activiteiten in nieuw proefgebied Moerkerke-Damme

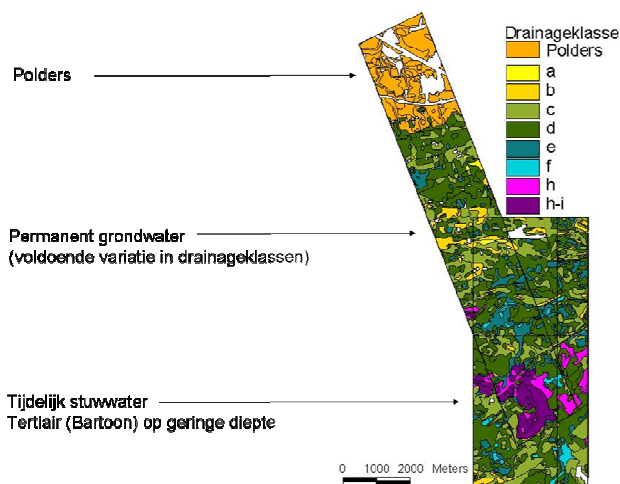
In de projectbegroting zijn 400 observaties voorzien. Daarvan wordt een deel gebruikt voor validatie. Op basis van 3 verschillende strata met elk 20 validatielocaties betekent dit een predictieset van 340 waarnemingspunten. Op basis hiervan werd de proefgebiedsgrootte bepaald: indien er uitgegaan wordt van 1 waarneming per 4 cm² (papieren) kaart, de dichtheid die in de Nederlandse herkartering gebruikt werd (Finke et al., 2004), betekent dit 1 waarneming per 16 ha, of ca. 5 440 ha. Hierbij is het verschil in kaartschaal tussen de Nederlandse (1 / 50 000) en de Belgische bodemkaart (1 / 20 000) verdisconteerd. Er wordt echter verkozen om een hogere waarnemingsdichtheid te hanteren van 1 waarneming per 9 ha. Hierdoor is een totaal areaal van 2 720 ha met 400 observaties actualiseerbaar en zijn de kaarten valideerbaar. Dit stemt overeen met ongeveer 1/3e van een kaartblad op de oude bodemkaart. Deze keuze laat toe om te bepalen hoeveel extra info verkregen wordt indien de waarnemingsdichtheid toeneemt. Ook bleek bij de Nederlandse kartering het aantal waarnemingen aan de lage kant, en de meest beperkende factor voor de kaartkwaliteit (Hoogland et al., 2004b).



Figuur 13 Ligging van de twee voorgestelde proefgebieden in Vlaanderen

Op basis van de voorwaarden van aanwezigheid van stuwwatertafels, polderbodems en bodems met permanente grondwatertafels en de proefgebiedsgrootte werden twee studiegebieden voorgesteld (Figuur 13, Figuur 14): één waar enkel gebieden met permanent grondwater en stuwwatergronden vertegenwoordigd zijn (gebied 1) en een tweede gebied waar ook een deel polders is. Beide gebieden liggen op de cuesta van Maldegem-Knesselare, waar stuwwater op ondiepe tertiaire klei voorkomt, en gaan noordelijk over in de Vlaamse vallei, waar een grote variatie aan drainageklassen aangetroffen wordt (Tabel 19). Het tweede gebied is iets langwerpiger en kan hierdoor ook voldoende waarnemingen in poldergebied meenemen om dat gebied als een extra stratum op te nemen.

Een mogelijk nadeel van het tweede gebied is dat de randeffecten iets groter zullen zijn. Echter door het grote aantal waarnemingen en het feit dat randeffecten enkel spelen voor de kriging-stap van de interpolatie, en niet voor de rest van de analyse wordt verwacht dat het effect eerder klein zal zijn. Een tweede nadeel is dat de polders in dit gebied vaak Pleistoceen op geringe diepte bevatten, en ze daardoor mogelijks niet representatief zijn voor een deel van de diepe poldergronden op andere plaatsen in Vlaanderen. Er werd in de stuurgroepvergadering (Bijlage 4) voor het tweede gebied gekozen: ondanks de beperkingen kan toch een idee gevormd worden in hoeverre de voorgestelde technieken bruikbaar zijn in poldergebieden.



Figuur 14 Drainageklassenkaart van de twee voorgestelde proefgebieden

Tabel 19 Oppervlakten van de verschillende drainageklassen in beide voorgestelde proefgebieden

Gebied 1		Gebied 2	
Code	Oppervlakte	Code	Oppervlakte
Kunst	37.729	Kunst	170.965
		PolNZ	450.612
Veen	0.451	PoldO	9.869
a	8.973	a	18.472
b	97.972	b	109.783
c	719.39	c	445.306
d	1168.777	d	919.433
e	308.07	e	190.568
f	68.764	f	23.366
h	126.376	h	75.217
h-i	172.28	h-i	157.313

Het gebied Moerkerke-Damme kent een grote variatie aan bodemlandschappen. In het noorden liggen de polders, met plaatselijk ondiep in de ondergrond nog Pleistocene zandige afzettingen. In dit gebiedsdeel zijn geen drainageklassen gekarteerd. Het centrale en zuidelijke deel omvat zowel bodems met een permanente grondwatertafel als bodems met een stuwwatertafel. De stuwwatertafels zijn toe te schrijven aan stagnatie van infiltrerend regenwater op ondiepe tertiaire kleirijke afzettingen. De bodems met een permanente grondwatertafel zijn onder te verdelen in diepe alluviale bodems in de Vlaamse Vallei en bodems in verspoeld c.q. fluviaal bewerk tertiair materiaal.

- De grenzen tussen deze bodemlandschappen zullen dienen als strata bij de kartering. De gebiedskeuze komt daarmee tegemoet aan de aandachtspunten 1.1, 1.2 en 1.3;
- Het gebied zal worden gekarteerd met de methoden J en E, en wel met waarnemingsdichtheden van 1/9 ha en 1/17 ha. De kaarten van GxG (J) en drainageklasse (J en E) zullen met validatiewaarnemingen worden getoetst (aandachtspunten 2.1, 2.2, 3.1 en 3.2);
- Er zal speciale aandacht zijn voor het gebruik van het freatisch (MAP2-)meetnet bij de kartering (aandachtspunt 3.3):
 1. Het zal worden nagegaan of tijdreeksanalyse op deze korte en ijle meetreeksen tot kwalitatief acceptabele schattingen van GxG leidt en gecalibreerde tijdreeksmodellen in het vervolg van het onderzoek kunnen gebruikt worden bij de kartering (gerichte opnames);
 2. Het zal worden nagegaan of het uitvoeren van metingen in deze MAP2-buizen tijdens de veldcampagnes tot een acceptabele kwaliteit van de GxG-schattingen in deze buizen leidt;
 3. Het zal worden nagegaan of het alleen gebruiken van reeds bestaande metingen in deze MAP2-buizen tot een acceptabele kwaliteit van de GxG-schattingen in deze buizen leidt;
 4. Resultaten verkregen met 1..3 zullen worden vergeleken;
- Methode E kan in de polders (geen drainageklassenkaart beschikbaar) niet worden toegepast op combinaties van vlakken met gelijke drainageklasse, er zal daarom een alternatieve sub-stratificatie worden gemaakt welke als basis voor de actualisatie met methode E zal dienen;
- De 2 varianten in waarnemingsdichtheid zullen op kwaliteit en op kosten worden vergeleken (aandachtspunt 3.1, 3.2 en 3.4);
- Aanvullend zullen (met methode J) GIS-bestanden worden geproduceerd die de kwaliteit van de GxG-kaarten weergeven, en waarmee per pixel de duurlijn en regimecurve kan worden geconstrueerd;
- Een verwachtingskaart van de maximale en minimale grondwatertafel zal worden gemaakt (methode J);
- Een kaart met een kwelindicator zal worden gemaakt (methode J).

4.2. Methoden

4.2.1. Vertaling veldmetingen naar punt-GxG

Voorafgaand aan het veldwerk zijn een aantal freatische peilbuizen geselecteerd nabij het onderzoeksgebied. De tijdreeksen in deze peilbuizen zijn gemodelleerd met het PIRFICT-model, dat equivalent is aan Menyanthus (Von Asmuth et al., 2002). Het gecalibreerde model is gebruikt om een groot aantal (100) realisaties van een 30-jaarse tijdreeks van freatische grondwatertafels te simuleren. Deze simulaties zijn gebruikt om voor deze peilbuizen de GxG, duurlijn, regimecurve en kwelsterkte te berekenen. Deze getallen dienen als referentie bij de bepaling van GxG uit gerichte opnames (zie 3.2.2), waarbij een dagstand gemeten tijdens de gerichte opname wordt gecorrigeerd naar GxG. Een regressierelatie wordt opgesteld tussen de op diezelfde dag gemeten stijghoogten in de freatische peilbuizen en de GxG van die peilbuizen, en toegepast op de locaties van de gerichte opnames voor de betreffende dag.

In de 3 gevalsstudies (zie Tabel 20) is vertaling van veldmetingen naar punt-GxG niet op identieke wijze gebeurd. Dit is vanwege aandachtspunt 3.3 (hoofdstuk 4.1.1) en vanwege het feit dat de twee in het verleden uitgevoerde case studies juist waren ontworpen om de effecten van verschillende meetnetdensiteiten (in ruimte en tijd) te evalueren:

- In het proefgebied Kluizen zijn in het veld gemeten grondwatertafels gecorreleerd met dagstanden in freatische peilbuizen uit het primair meetnet en het INBO-meetnet. Deze werkwijze correspondeert met de methode welke in Nederland werd toegepast. De veldlocaties werden geloot door middel van een conditional Latin Hypercube sampling methode (Minasny and McBratney, 2006) welke als doel had de waarnemingslocaties zo goed mogelijk over de domeinen van de hulpvariabelen (zie volgende sectie) te verspreiden;
- In het proefgebied Dijlevallei zijn de gegevens uit een dicht lokaal (INBO-)meetnet gebruikt en zijn geen additionele veldlocaties bemeten. Deze methode is toegepast om de bruikbaarheid te testen van lokale meetnetten met vrij hoge waarnemingsdichtheden in ruimtelijke en temporele zin maar een relatief korte tijdreekslengte;
- In het proefgebied Damme is voor 24 nabijgelegen locaties uit het freatisch (MAP2-)meetnet door correlatie met tijdreeksen uit het primair meetnet de GxG berekend. Voor de werkwijze zie hoofdstuk 5.1.2. Tijdens het veldwerk zijn deze 24 locaties bemeten en zijn regressierelaties opgesteld tussen de dagstanden in het freatisch (MAP2-)meetnet en de GxG, welke vervolgens zijn toegepast in de overige meetlocaties. Deze methode is toegepast om de gebruikswaarde van dit meetnet te onderzoeken, met vrij korte en ijle meetreeksen. De veldlocaties zijn door loting verkregen na een stratificatie van het gebied in 4 deelgebieden.

In alle 3 studies is een deel van de meetlocaties niet gebruikt bij de kartering maar voor de validatie van de verkregen kaarten.

Tabel 20 Enkele kentallen bij de 3 karteringsstudies

Gebied	Areaal (ha)	Aantal waarnemingen			Freatische peilbuizen ¹		
		Kartering	Hectare per waarneming	Validatie	Primair	Freatisch (MAP2)	INBO
Kluizen	336	69	4.9	31	1	1	27
Dijlevallei	1 000	95	10.5	28	-	-	123
Moerkerke-Damme	2 917	325	9.0	80	20	24	27

¹ deze peilbuizen kunnen voor een deel buiten het gebied liggen

4.2.2. Gebiedsdekkende ruimtelijke hulpinformatie

Gebruikmakend van topografische bestanden met de ligging van waterlopen, het hoogtemodel, de drainageklasse op bodemkaart en diverse daarvan afgeleide bestanden, zijn de volgende vlakdekkende kaarten geproduceerd c.q. gebruikt:

- Digitaal hoogtemodel;
- Verticale afstand tot waterloop.
Uit een combinatie van de waterlopenkaart en het hoogtemodel is de maaiveldhoogte ten opzichte van TAW van de waterlopen afgeleid. Dit niveau is gebiedsdekkend geïnterpoleerd en daarna is de verschilkaart tussen de verkregen kaart en het hoogtemodel berekend. Deze kaart geeft een indicatie van de drainagediepte;
- Horizontale afstand tot waterloop.
Voor elke pixel is de afstand tot de dichtstbijzijnde waterloop berekend en opgeslagen in een kaart. Deze kaart geeft een indicatie van de afstand tot de drainagemiddelen;
- Relatieve hoogte voor verschillende zoekstralen.
 - Voor elke pixel is de relatieve hoogte berekend ten opzichte van het lokaal gemiddelde van het digitaal hoogtemodel. Hierbij zijn een aantal zoekstralen gehanteerd. Per zoekstraal is een afgeleide kaart opgeslagen. De gehanteerde zoekstralen (in meters) zijn 20; 50; 100 en 200 voor Dijle en Damme, in Kluizen werd 20; 40; 80; 160 en 320 gehanteerd.
- Dichtheid drainagenetwerk.
Voor elke pixel is berekend hoeveel pixels in de directe omgeving (een zoekstraal van 1000 meter) deel uitmaken van een drainagenetwerk. Hiertoe is de waterlopenkaart over een leeg gridbestand gelegd, en zijn die cellen gemarkeerd die worden aangesneden door een waterloop. Vervolgens is voor elke gridcel geteld hoeveel cellen binnen een zoekstraal zijn gemarkeerd, en is het resultaat als een oppervlaktefractie toegekend aan die gridcel. Het resultaat is opgeslagen in een kaart;
- Wetness index (25m).

Deze variabele geeft weer in welke zones een hoge bodemvochtigheid mag worden verwacht. De wetness index is volgens een protocol (Moore et al., 1993; Boehner et al., 2002) uit het hoogtemodel berekend; Voorafgaand aan deze analyse werd het digitaal hoogtemodel gefilterd met een zoekstraal van 25 meter om de invloed van artefacten (bebouwing) te verminderen.

In de kartering bij Kluizen zijn de hulpkaarten “Dichtheid drainagenetwerk” en “Wetness index” niet berekend en gebruikt.

4.2.3. Toegepaste karteringsmethoden

Zoals vermeld in 4.1.2 zijn de 3 gebieden gekarteerd met methoden “E” en “J”, welke hieronder nogmaals kort worden samengevat (zie ook de hoofdstukken 3.3.3.1 en 3.4.1):

Methode E: herklassificatie van drainageklasse-eenheden (zie hoofdstuk 3.3.3.1)

- De waarnemingslocaties (exclusief de validatieset), met de daarvoor berekende GxG, zijn op basis van hun locatie toegekend aan de drainageklassen voorkomend op de oorspronkelijke kaart. Dit resulteert in een aantal GxG per “oude” drainageklasse;
- Voor elke “oude” drainageklasse is voor elke mogelijke nieuwe drainageklasse a..i de **MG** (hoofdstuk 3.2.3) uitgerekend. De nieuwe drainageklasse is degene met de laagste waarde voor de **MG**;
- Dit levert een vertaaltabel oud drainageklasse > nieuwe drainageklasse op, waarmee de kaart wordt geactualiseerd.

Methode J: geostatistische herkartering (zie hoofdstuk 3.4.1)

- De waarnemingslocaties (exclusief de validatieset), met de daarvoor berekende GxG, zijn op basis van hun locatie gekoppeld aan de vlakdekkende hulpinformatie;
- Met multiple lineaire regressie worden voorspellende modellen bepaald tussen elke GxG en de hulpinformatie. De krachtigste modellen, eventueel per stratum, worden geselecteerd met behulp van het Mallows’ Cp criterium (Mallows, 1966);
- De regressiemodellen worden toegepast op de hulpbestanden, resulterend in kaarten van GxG;
- Op de waarnemingslocaties (exclusief de validatieset) wordt het verschil (residu) tussen de regressievoorspelling en de punt-GxG berekend. Dit verschil wordt gebiedsdekkend geïnterpoleerd met kriging. In geval van meerdere strata wordt het residu voorafgaand aan de interpolatie gestandaardiseerd om rekening te houden met verschillen in kwaliteit van de regressiemodellen tussen de strata;
- De kaarten van de geïnterpoleerde residuen per GxG worden (zodanig na de-standaardisatie) opgeteld bij de kaarten van de uit regressie verkregen GxG. De resultaatkaarten van GHG en GLG worden gebruikt om per pixel de nieuwe drainageklasse te berekenen.

4.3. Resultaten

4.3.1. Proefactualisatie Dijlevallei

4.3.1.1. Kartering

De Dijlevallei is opnieuw gekarteerd ten opzichte van Van de Wauw en Finke (2008) omdat de hulpinformatie eerder niet volgens hetzelfde protocol als in de andere cases werd berekend en methode E nog niet eerder werd toegepast in deze studie.

Methode E (herklassificatie)

De resultaten van de herklassificatie zijn weergegeven in Tabel 21.

Tabel 21 Herklassificatietabel methode E voor gebied Dijlevallei

Oude drainageklasse	Gehele dataset (1/11 ha)	Halve dataset (1/20 ha)
b	f	e
c-d	d	h-i
d	d	d
e	e	e
g	f	f
h-i	e	e

Methode J (herkartering)

De geselecteerde regressiemodellen en parameters van het variogram zijn gegeven in respectievelijk Tabel 22 en Tabel 23. De waarden van R^2 liggen tussen 42% en 51%; dit zijn vrij gunstige getallen bij dit soort karteringen. De ratio tussen nugget en partiële sill is een klein getal, hetgeen erop duidt dat er een duidelijke ruimtelijke structuur in de residuen aanwezig is en interpolatie met kriging zinvol is. Ook duiden deze ratio's erop dat een hogere waarnemingsdichtheid vooral bij de GLG-kartering tot kwaliteitsverbetering zou leiden.

Tabel 22 Geselecteerde hulpinformatie bij de multiple lineaire regressie in gebied Dijlevallei

GxG	Gehele dataset (1/11 ha)		Halve dataset (1/20 ha)	
	Hulpvariabelen	R ²	Hulpvariabelen	R ²
GHG	Verticale afstand tot waterloop Relatieve hoogte (50m)	48%	Verticale afstand tot waterloop	51%
GLG	Verticale afstand tot waterloop	43%	Verticale afstand tot waterloop	42%

Tabel 23 Parameters van het (sferische) semi-variogram van de residuen in gebied Dijlevallei

GxG	Gehele dataset (1/11 ha)			Halve dataset (1/20 ha)				
	Nugget	Psill ¹	Range	Nugget/Psill	Nugget	Psill ¹	Range	Nugget/Psill
GHG	137	384	363	0.36	94	315	414	0.30
GLG	158	1 206	428	0.13	137	1 109	295	0.12

¹ Psill = partiële sill, verschil tussen de nugget en de maximale (sill) variantie

4.3.1.2. Validatie

De resultaten van de validatiesteekproef in het gebied Dijlevallei zijn gegeven in Tabel 24. Actualisatie verbeterde de kwaliteit iets ten opzichte van de huidige kaart. De herkartering (methode J) levert een betere kaart op dan de herklassificatie (methode E). Beide waarnemingsdichtheden geven kaarten van vergelijkbare kwaliteit, maar de kaartzuiverheid bij de herkartering met lage waarnemingsdichtheid is duidelijk beter dan die bij hoge waarnemingsdichtheid. De GHG- en (vooral) GLG-kaarten zouden nog kunnen worden verbeterd met een hogere waarnemingsdichtheid (blijkend uit de nugget/partiële sill ratio). De kaartkwaliteit van de herkartering heeft mogelijk te lijden gehad van de hoge mate van clustering van de peilbuizen. Een gelijkmatige bedekking van het terrein met peilbuizen had in ieder geval geleid tot betere interpolaties van de regressie-residuen, en mogelijk ook tot betere regressiemodellen. De herklassificatiemethoden zijn hiervoor minder gevoelig.

Tabel 24 Resultaten van de validatie (28 locaties) in het gebied Dijlevallei. Beste resultaten zijn gemarkeerd

Methode	Drainageklassenkaart					GxG-kaarten					
	MIE	MAE		ME		RMSE		MAE		ME	
		GHG	GLG	GHG	GLG	GHG	GLG	GHG	GLG	GHG	GLG
Huidige kaart	29%	8.9	8.9	-8.1	-2.4						
Herkartering gehele dataset	36%	6.1	5.1	2.6	0.1	22.6	29.8	15.4	23.5	-2.7	-2.1
Herkartering halve dataset	43%	8.4	6.0	4.5	-0.5	26.0	30.1	17.4	23.8	-6.8	-2.0
Herklassificatie gehele dataset	36%	5.7	11.4	-2.3	2.7						
Herklassificatie halve dataset	32%	0.3	10.6	0.0	0.3						

4.3.2. Proefactualisatie Kluzen**4.3.2.1. Kartering**

Het gebied Kluzen is opnieuw gekarteerd ten opzichte van Zidan (2008).

Methode E (herklassificatie)

De resultaten van de herklassificatie zijn weergegeven in Tabel 25.

Tabel 25 Herklassificatietabel methode E voor gebied Kluizen

Oude drainageklasse	Gehele dataset (1/5 ha)	Halve dataset (1/10 ha)
a	a	a
b	e	e
c	b	b
d	c	c
e	f	f
f	e	c
g	g	g

Methode J (herkartering)

De geselecteerde regressiemodellen en parameters van het variogram zijn gegeven in respectievelijk Tabel 26 en Tabel 27. De waarden van R^2 liggen tussen 49% en 85%; dit zijn zeer gunstige getallen bij dit soort karteringen. De ratio tussen nugget en partiële sill is voornamelijk bij de GLG een klein getal, hetgeen erop duidt dat daar een duidelijke ruimtelijke structuur in de residuen aanwezig is, interpolatie met kriging zinvol is, en een hogere waarnemingsdichtheid nog tot kwaliteitsverbetering zou leiden. Bij de lage waarnemingsdichtheid is de ruimtelijke structuur in de residuen gering voor de GHG. Alleen een zeer grote verhoging van de waarnemingsdichtheid zou daar tot enige kwaliteitsverbetering kunnen leiden.

Tabel 26 Geselecteerde hulpinformatie bij de multiple lineaire regressie in gebied Kluizen

GxG	Gehele dataset (1/5 ha)		Halve dataset (1/10 ha)	
	Hulpvariabelen	R ²	Hulpvariabelen	R ²
GHG	Digitaal hoogtemodel horizontale afstand tot waterloop Relatieve hoogte (320m)	85%	Digitaal hoogtemodel horizontale afstand tot waterloop Relatieve hoogte (320m)	56%
GLG	Digitaal hoogtemodel horizontale afstand tot waterloop Relatieve hoogte (320m)	61%	Digitaal hoogtemodel Relatieve hoogte (320m)	49%

Tabel 27 Parameters van het (sferische) semi-variogram van de residuen gebied Kluizen

GxG	Gehele dataset (1/5 ha)			Halve dataset (1/10 ha)				
	Nugget	Psill ¹	Range	Nugget/Psill	Nugget	Psill ¹	Range	Nugget/Psill
GHG	92	237	612	0.39	122	95	533	1.28
GLG ²	300	900	600	0.33	250	1 000	600	0.25

¹ Psill = partiële sill, verschil tussen de nugget en de maximale (sill) variantie

² Bij de GLG is een lineair model met sill gefit

4.3.2.2. Validatie

De resultaten van de validatiesteekproef in het gebied Kluizen zijn gegeven in Tabel 28. Actualisatie was zinvol gezien het grote kwaliteitsverschil met de huidige kaart. De herkartering (methode J) levert een betere kaart op dan de herklassificatie (methode E). Beide waarnemingsdichtheden geven kaarten van vrijwel identieke kwaliteit. De GLG-kaart zou nog kunnen worden verbeterd met een hogere waarnemingsdichtheid (gezien de hogere MAE_{GLG} van de drainageklassenkaart, de hogere RMSE van de GLG-kaart, de lagere R^2 en lagere nugget/partiële sill ratio). De GHG-kaart kan niet of nauwelijks worden verbeterd door een hogere waarnemingsdichtheid. Waarschijnlijk is de kwaliteit van de gerichte opname hier limiterend.

Tabel 28 Resultaten van de validatie (31 locaties) in het gebied Kluizen. Beste resultaten zijn gemarkeerd

Methode	Drainageklassenkaart					GxG-kaarten					
	MIE	MAE		ME		RMSE		MAE		ME	
		GHG	GLG	GHG	GLG	GHG	GLG	GHG	GLG	GHG	GLG
Huidige kaart	16%	8.8	7.9	7.1	-4.7						
Herkartering gehele dataset	65%	1.1	3.7	1.1	1.0	16.8	31.0	11.6	24.2	-3.5	5.0
Herkartering halve dataset	68%	0.1	6.3	0.1	4.9	16.2	33.6	10.9	25.5	-4.5	3.2

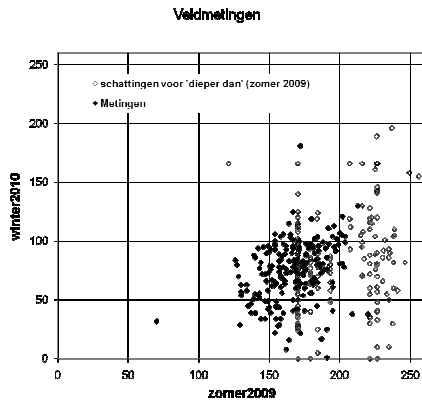
Methode	Drainageklassenkaart					GxG-kaarten					
	MIE	MAE		ME		RMSE		MAE		ME	
		GHG	GLG	GHG	GLG	GHG	GLG	GHG	GLG	GHG	GLG
Herklassificatie gehele dataset	55%	3.1	4.3	-2.9	-1.7						
Herklassificatie halve dataset	58%	3.1	4.2	-2.9	-1.8						

4.3.3. Proefactualisatie Moerkerke-Damme

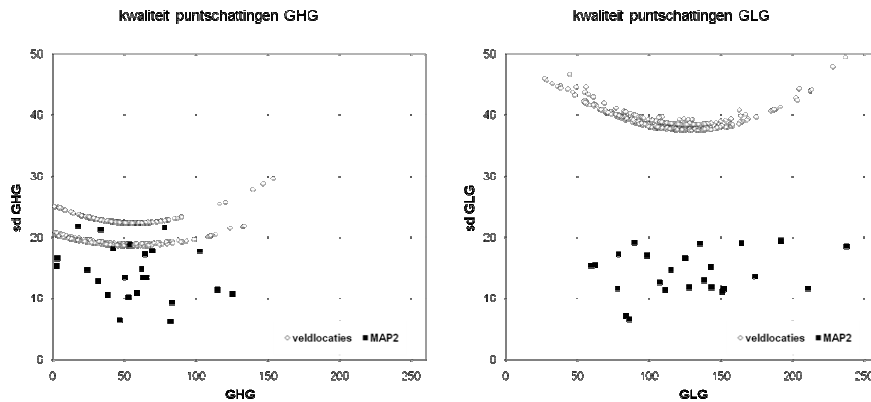
4.3.3.1. Kartering

Gegevensverzameling en gerichte opnames

De gerichte opnames vonden plaats in augustus 2009 en maart 2010. Normaliter bevindt de grondwatertafel zich in die perioden nabij de GLG respectievelijk de GHG. Echter, de zomer en nazomer van 2009 waren extreem droog, en de winter van 2010 eveneens. Dit blijkt uit Figuur 15, dat tevens aangeeft dat voor een aanzienlijk aantal “dieper dan” metingen een maximum-likelihoodschatting van de grondwatertafel moest worden gemaakt om tenminste een getal te hebben. Bij de omzetting van gemeten (of geschatte) watertafels naar GHG en GLG bleek telkens het regressiemodel gebaseerd op metingen in de winter van 2010 te worden geselecteerd (Figuur 16). De schattingen van GHG en GLG in de punten van het freatisch (MAP2-)meetnet bleken kwalitatief aanzienlijk beter dan die van de gerichte opnames.



Figuur 15 Gemeten grondwatertafels tijdens de gerichte opnames van augustus 2009 en maart 2010



Figuur 16 Kwaliteit van de puntschattingen van de GxG bij de kartering Moerkerke-Damme

Methode E (herklassificatie)

De resultaten van de herklassificatie zijn weergegeven in Tabel 29. De “oude” drainageklassen in het stratum Polders zijn verkregen door toepassing van de vertaaltabel van Vynckier en een aanvulling die noodzakelijk was om alle lithostratigrafische eenheden in het karteringengebied te representeren (Bijlage 10). Uit Tabel 29 blijkt dat het aantal unieke drainageklassen binnen het gebied na herklassificatie is afgenomen, hetgeen tot een vervlakking van het kaartbeeld leidt.

Tabel 29 Herklassificatietabel methode E voor gebied Moerkerke-Damme

Stratum en oude drainageklasse	Gehele dataset (1/9 ha)	Halve dataset (1/17 ha)
Polders	d	f
Polders	e	e
Polders	f	d
Polders	h	e
Vlaamse vallei	a	e
Vlaamse vallei	b	e
Vlaamse vallei	c	e
Vlaamse vallei	d	e
Vlaamse vallei	e	f
Tertiair	c	c
Tertiair	d	e
Tertiair	e	e
Tertiair	f	f
Tertiair	h (ZSP)	e
Tertiair	h (ALEU)	e
Tertiair	h-i (ZSP)	f
Tertiair	h-i (ALEU)	e
Verspoeld tertiair	b	e
Verspoeld tertiair	c	f
Verspoeld tertiair	d	e
Verspoeld tertiair	e	e

Methode J (herkartering)

De geselecteerde regressiemodellen en parameters van het variogram zijn gegeven in respectievelijk Tabel 30 en Tabel 31. Op verzoek van de stuurgroep is nagegaan of de geregistreerde aanwezigheid van drainagebuizen op de meetlocaties zou bijdragen aan het regressiemodel. Dit bleek niet het geval. De waarden van R^2 verschillen sterk tussen de strata. Normale waarden (volgens ervaringen met deze karteringen in Nederland) van iets boven 30% zijn verkregen voor stratum Vlaamse Vallei, en zeer goede (70% en hoger) voor het stratum Polders. De strata Tertiair en Verspoeld tertiair geven zwakkere of zelfs geen relaties. De ratio tussen nugget en partiële sill duiden opnieuw op een ruimtelijke structuur in de residuen en de meerwaarde van een interpolatie met kriging. Gezien de waarde van de ratio's zal de extra bemonsteringsinspanning aanzienlijk moeten zijn, en gezien de grote verschillen tussen de R^2 van de strata zou de extra bemonsteringsinspanning zich in hoofdzaak moeten richten op de strata Verspoeld tertiair en Tertiair.

Tabel 30 Geselecteerde hulpinformatie bij de multiple lineaire regressie per stratum in gebied Moerkerke-Damme

Stratum	GxG	Gehele dataset (1/9 ha)		Halve dataset (1/17 ha)	
		Hulpvariabelen	R ²	Hulpvariabelen	R ²
Tertiair	GHG	Digitaal hoogtemodel Dichtheid drainagenetwerk Relatieve hoogte (50m)	13%	Verticale afstand tot drainage Dichtheid drainagenetwerk Relatieve hoogte (200m) Wetness Index (25m)	34%
	GLG	Digitaal hoogtemodel Dichtheid drainagenetwerk Relatieve hoogte (50m)	13%	Verticale afstand tot drainage Dichtheid drainagenetwerk Relatieve hoogte (200m) Wetness Index (25m)	35%
Verspoeld tertiair	GHG	Dichtheid drainagenetwerk Relatieve hoogte (200m)	13%	<i>Geen geschikte hulpvariabelen</i>	0%
	GLG	Dichtheid drainagenetwerk Relatieve hoogte (200m)	15%	<i>Geen geschikte hulpvariabelen</i>	0%
Vlaamse vallei	GHG	Verticale afstand drainage Horizontale afstand drainage Wetness index (25m) Relatieve hoogte (200m)	34%	Digitaal hoogtemodel Horizontale afstand tot drainage Relatieve hoogte (200m)	31%
	GLG	Verticale afstand drainage Horizontale afstand drainage Wetness index (25m) Relatieve hoogte (200m)	35%	Digitaal hoogtemodel Relatieve hoogte (200m)	28%
Polders	GHG	Digitaal hoogtemodel Horizontale afstand drainage	72%	Digitaal hoogtemodel Horizontale afstand drainage	82%

Stratum	GxG	Gehele dataset (1/9 ha)		Halve dataset (1/17 ha)	
		Hulpvariabelen	R ²	Hulpvariabelen	R ²
		Verticale afstand tot drainage Dichtheid drainagenetwerk Relatieve hoogte (200m)		Verticale afstand tot drainage Dichtheid drainagenetwerk Relatieve hoogte (200m)	
	GLG	Digitaal hoogtemodel Horizontale afstand drainage Verticale afstand tot drainage Dichtheid drainagenetwerk Relatieve hoogte (200m)	70%	Digitaal hoogtemodel Horizontale afstand drainage Verticale afstand tot drainage Dichtheid drainagenetwerk Relatieve hoogte (200m)	79%

Tabel 31 Parameters van het (sferische) semi-variogram van de gestandaardiseerde residuen in gebied Moerkerke-Damme

Gebied	GxG	Hele dataset (1/9 ha)				Halve dataset (1/17 ha)			
		Nugget	Psill ¹	Range	Nugget/Psill	Nugget	Psill ¹	Range	Nugget/Psill
Damme	GHG	0.39	0.62	852	0.63	0.31	0.70	726	0.44
Damme	GLG	0.39	0.60	799	0.65	0.31	0.70	726	0.44

¹Psill = partiële sill, verschil tussen de nugget en de maximale (sill) variantie

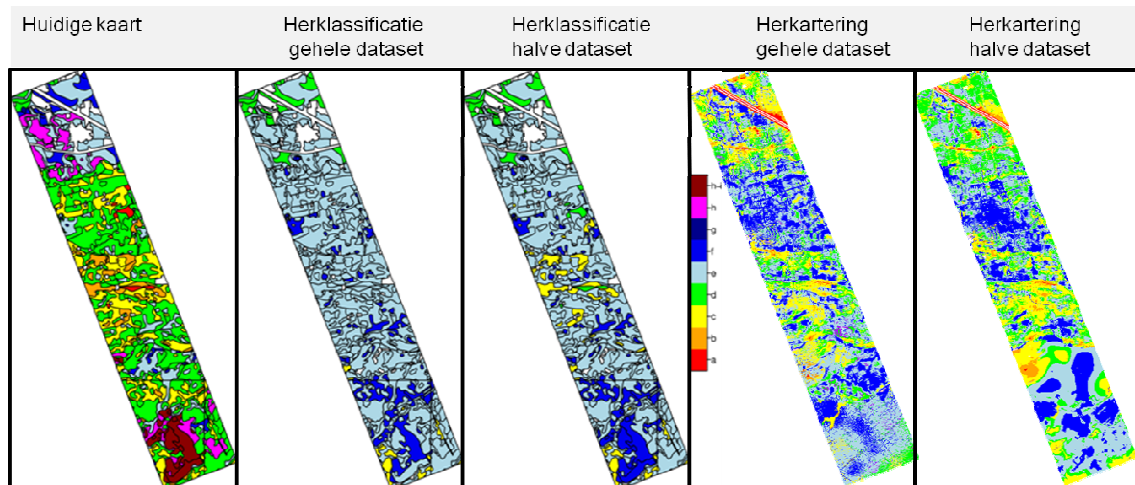
4.3.3.2. Validatie

De resultaten van de validatiesteekproef in het gebied Moerkerke-Damme zijn gegeven in Tabel 32. Actualisatie was zinvol gezien het grote kwaliteitsverschil met de huidige kaart. De herkartering (methode J) en de herklassificatie (methode E) leverden kaarten van gelijkaardige kwaliteit. De lagere waarnemingsdichtheid (1/17 ha) gaf een kaart van een iets lagere kwaliteit bij de herklassificatie, maar een iets hogere kwaliteit bij de herkartering. De grote verschillen in kaartkwaliteit tussen de strata die al bleken uit de verschillende R² blijken ook uit de validatie. De GxG-kaarten in de strata Polders en de Vlaamse vallei zijn van betere kwaliteit dan die van de strata Tertiair en Verspoeld tertiair.

Een belangrijk verschil tussen de herkartering en de herklassificatie is het kaartbeeld (Figuur 17). De herklassificatiekaarten leiden tot een sterk vervlakt kaartbeeld, zie ook Tabel 29. Dit was voorspelbaar omdat bij een herklassificatie van drainageklassenstrata het aantal onderscheiden drainageklassen alleen maar kan afnemen of op zijn gunstigst gelijk blijven. De kaarten uit herkartering geven een plausibeler kaartbeeld dat meer op de oorspronkelijke kaart van het bodemlandschap lijkt. Bij de herkartering met de halve dataset ontstaan in het zuidelijk deel van het gebied grote vlakken met dezelfde drainageklassen. Dit is een artefact van de interpolatie van de regressie-residuen en weerspiegelt eerder de verdeling van waarnemingslocaties over het gebied dan ruimtelijke patronen in de drainageklassen.

Tabel 32 Resultaten van de validatie (80 locaties) in het gebied Moerkerke-Damme. Beste resultaten zijn gemarkeerd

Methode	Drainageklassenkaart					GxG-kaarten					
	MIE	MAE		ME		RMSE		MAE		ME	
		GHG	GLG	GHG	GLG	GHG	GLG	GHG	GLG	GHG	GLG
Huidige kaart	18%	10.4	21.9	3.9	0.0						
Herkartering gehele dataset	36%	3.5	13.6	0.2	-6.9	25	35	19.3	26.3	6.3	8.0
• Tertiair		4.0	13.8	-4.0	-8.2	27	31	24	29	12	17
• Verspoeld tertiair		3.0	29.0	-0.9	-22.1	30	48	27	38	16	23
• Vlaamse vallei		1.5	6.4	0.8	5.3	17	23	13	18	-0.5	-6
• Polders		5.5	2.3	5.6	0.3	15	21	12	17	-5.6	-6
Herkartering halve dataset	32%	6.8	6.5	-3.7	0.2	25	30	19.3	23.2	4.0	4.1
Herklassificatie gehele dataset	37%	0.8	17.4	0.1	-9.7						
Herklassificatie halve dataset	33%	1.2	17.5	0.5	-9.3						



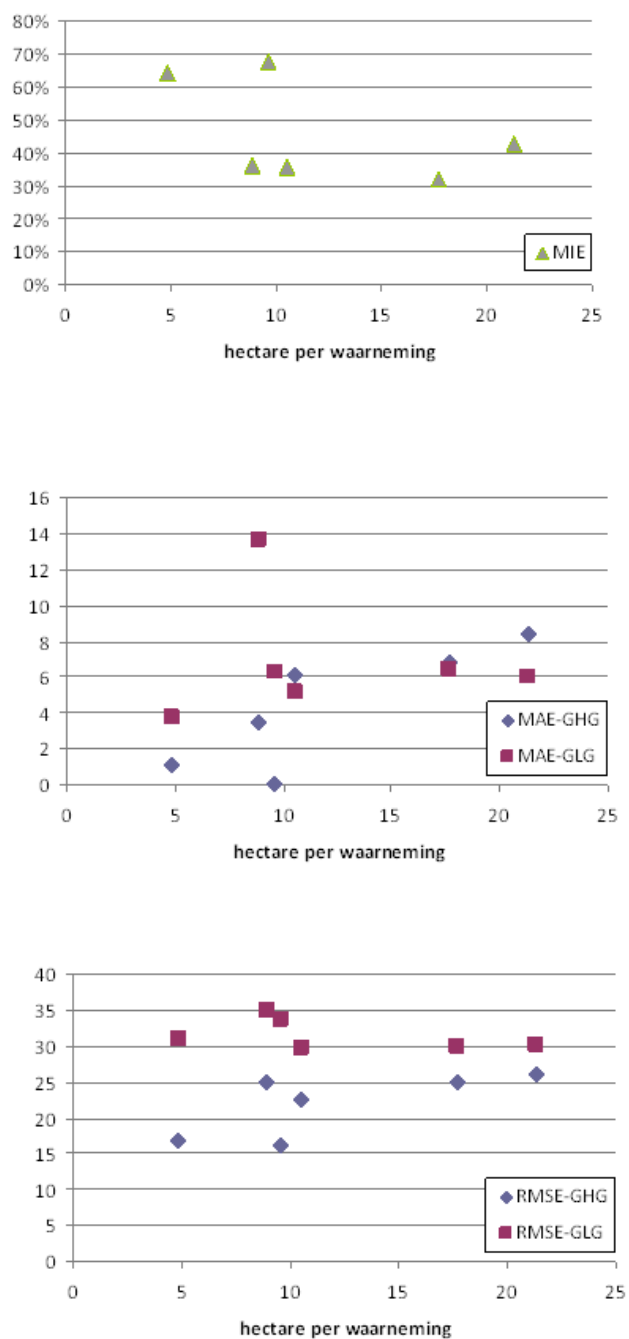
Figuur 17 Drainageklassekaarten gebied Moerkerke-Damme

4.4. Conclusie over best presterende actualisatiemethode en context

In de karteringen in de Dijlevallei en Kluizen was de herkartering (methode J) telkens beter dan de herklassificatie. In het gebied Moerkerke-Damme was de kwaliteit van beide methoden vergelijkbaar, maar de plausibiliteit van de herklassificatiekaarten duidelijk minder. Aanvullend kan worden gesteld dat in de polders een herkartering waarschijnlijk tot betere resultaten zal leiden dan een herklassificatie omdat (1) de via de tabel van Vynckier verkregen drainageklassen eerder regionaal dan lokaal de grondwatersituatie beschrijven, en (2) het oppervlakterelief via het hoogtemodel een krachtige voorspeller van de grondwaterdiepte zal zijn, zeker in gebieden met een beheerst peil. Daarmee wordt de herkarteringsmethode als meest geschikte beoordeeld.

In Figuur 18 zijn de kaartzuiverheid (MIE) en de mate van onzuiverheid ($MAE_{G \times G}$) van de drainageklassenkaarten verkregen uit herkartering weergegeven, evenals de RMSE van de GxG-kaarten. Er lijkt op het eerste gezicht weinig verband tussen de waarnemingsdichtheid en deze kwaliteitsparameters, hetgeen toegeschreven zou kunnen worden aan verschillen tussen de 3 testgebieden en de voor kartering gebruikte stijghoogten (gerichte opnames in boorgaten dan wel korte tijdreeksen). Echter, de beste resultaten worden verkregen bij de kwalitatief minste basisgegevens (metingen in boorgaten), en daarmee lijkt –bij waarnemingsdichtheden tussen 5 en 21 hectare per observatie– het effect van waarnemingsdichtheid belangrijker dan dat van de meetmethode. De kwaliteit in termen van MIE, $MAE_{G \times G}$ en $RMSE_{GHG}$ is het best bij een waarnemingsdichtheid van 5 hectare per observatie, en is duidelijk minder bij 15 hectare per observatie en meer. De $RMSE_{GLG}$ veranderde nauwelijks bij verschillende waarnemingsdichtheden. Bij een waarnemingsdichtheid van 10 hectare per observatie worden wisselende resultaten verkregen, hier lijkt sprake van een omslagpunt. Een aanbevolen waarnemingsdichtheid zou daarom 10 hectare per observatie kunnen zijn, maar dan kunnen sterke verschillen tussen strata optreden zoals in Moerkerke-Damme en kan de observatiedichtheid lokaal te hoog zijn.

Bovenstaande redenering leidt tot de conclusie dat een 2-fasen benadering van herkartering waarschijnlijk het meest kostenefficient is. In eerste instantie zou met een vrij lage waarnemingsdichtheid (20 hectare/observatie) kunnen worden gekarteerd. Afhankelijk van de kwaliteit in deelgebieden kan in tweede instantie deze waarnemingsdichtheid worden vergroot. Deze kwaliteit kan in een reguliere kartering worden afgeleid uit kaarten van de sd-GHG en sd-GLG zoals die bij de geostatistische herkartering (methode J) worden geproduceerd.



Figuur 18 Kwaliteitsparameters van kaarten uit herkarteringen bij verschillende waarnemingsdichtheden

4.5. Advies voor actualisatiemethode in Vlaanderen

Gegeven de resultaten van de bureaustudie en 3 gevalideerde proefactualisaties in Vlaanderen, is het advies bij een eventuele actualisatie van de drainageklassenkaart te kiezen voor een geostatistische herkartering. In eerste instantie wordt een waarnemingsdichtheid geadviseerd van 20 hectare per observatie. Deze waarnemingsdichtheid kan in tweede instantie lokaal kan worden vergroot na analyse van de resultaatkaarten per stratum, waarna de kaart kan worden bijgesteld. Hierbij kunnen de kaarten van de sd-GxG (die de kwaliteit van de GxG-kaarten weergeven) worden gebruikt om minder goed gekarteerde gebieden aan te duiden. De kosten van het bijstellen van de eerste kaart liggen veel lager dan de extra veldwerkkosten die zouden optreden als in eerste instantie voor een (te) hoge waarnemingsdichtheid zou worden geopteerd. De peilbuizen van het freatisch (MAP2-)meetnet kunnen gebiedsdekkend in een deel van de informatiebehoefte voorzien; de buizen van het primair meetnet zijn essentieel voor de vertaling van gerichte opnames naar GxG en lokale meetnetten kunnen eveneens goed gebruikt worden bij de kartering.

5. ACTUALISERINGSNOODZAAK IN VLAANDEREN EN KOSTENRAMING

5.1. Methode voor bepaling actualiseringsnoodzaak

De actualiseringnoodzaak wordt geïnterpreteerd als de mate waarin een drainageklassenkaart niet overeenkomt met GHG en GLG op puntlocaties. Een goede overeenkomst correspondeert met een lage actualiseringsnoodzaak. Om op deze manier de drainageklassenkaarten van Vlaanderen te kunnen toetsen, moeten er een aantal beslissingen worden genomen:

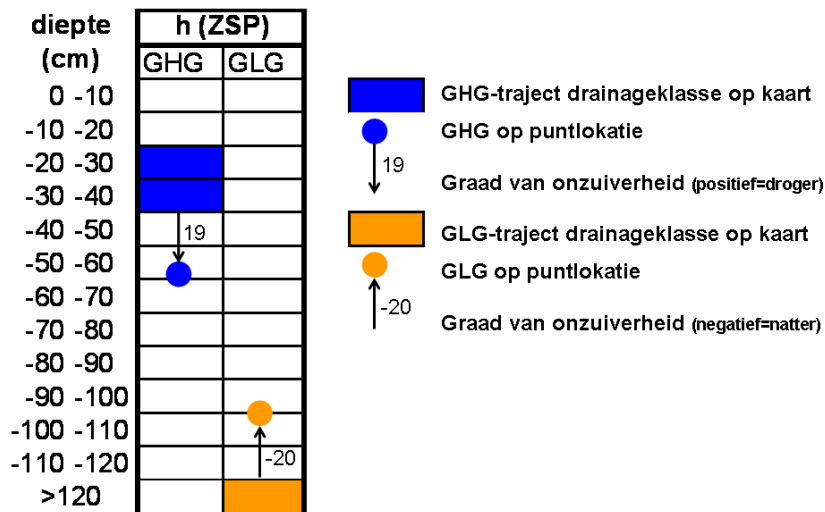
1. Op hoeveel en welke puntlocaties kan de GHG en GLG met voldoende precisie worden bepaald;
2. Welk criterium wordt gehanteerd om de kwaliteit van een (deel van een) drainageklassenkaart te berekenen;
3. Op hoeveel puntlocaties moet het criterium worden berekend om een goede schatting van de gebiedsgemiddelde kwaliteit te kunnen maken;
4. Wat zijn kritische grenswaarden van het criterium, m.a.w. wat is de slechtst tolereerbare kwaliteit alvorens tot actualisatie moet worden overgegaan;
5. Voor welke ruimtelijke eenheden wordt de kwaliteit bepaald, en worden uitspraken over actualiseringnoodzaak gedaan.

Deze beslissingen hangen deels met elkaar samen. Indien er weinig puntlocaties met GHG en GLG beschikbaar zijn, kunnen slechts voor zeer grote gebieden uitspraken worden gedaan. Binnen dit project is geen ruimte voor het verzamelen van nieuwe gegevens voor het vaststellen van de actualiseringsnoodzaak. Hieronder wordt, refererend naar bovenvermelde beslissingen, een aanpak voorgesteld die recht doet aan de Vlaamse datasituatie.

Ad 1: De GHG en GLG kunnen op puntlocaties worden vastgesteld na (i) tijdreeksanalyse; (ii) gerichte opnames (voor de werkwijze zie sectie 3.2.2). De enige punten die voor tijdreeksanalyse in aanmerking komen zijn de peilbuizen van de diverse meetnetten met voldoende tijdreekslengte en meetdensiteit. De enige punten die als gerichte opname kunnen worden gebruikt, zijn de locaties uit het freatisch (MAP2-)meetnet. Een bevraging van de Databank Ondergrond Vlaanderen (DOV) leerde, dat ca. 2 600 locaties met lange of korte tijdreeksen van freatische grondwaterstanden beschikbaar zijn. Een deel ervan heeft een tijdreekslengte van 2 jaar of meer en bevat meer dan 24 waarnemingen. Een onbekende fractie hiervan zal door middel van tijdreeksmodellering tot een precieze schatting van de GHG en GLG kunnen leiden. De overige locaties kunnen als gerichte opname worden behandeld en leveren dan minder precieze schattingen van de GHG en GLG op. Voldoende nauwkeurige schattingen van GHG en GLG worden weerhouden (zie 5.1.2) voor verdere analyse.

Ad 2: In Nederland (Finke et al., 1994) zijn de MG en FEXG van kaartbladen en van ecohydrologische districten berekend als kwaliteitscriteria. De berekening hiervan (hoofdstuk 3.2.3) legt meer nadruk op ondiepe grondwatertafels dan op diepe grondwatertafels. Om deze reden kan het wenselijk zijn een andere maat voor de kaartkwaliteit te kiezen, bijvoorbeeld de gemiddelde (absolute) afstand (in cm) van de punt-GHG tot de dichtstbijzijnde klassengrens van de drainageklasse op dat punt verhoogd met een dito maat voor de GLG.

In overleg met de stuurgroep is besloten om de gebiedsgemiddelde absolute fout van GHG en GLG ten opzichte van de dichtstbijzijnde grens van de drainageklasse op dezelfde locaties als kwaliteitscriterium te gebruiken. Omwille van het kunnen identificeren van de richting van de verschuiving (natter of droger) wordt eveneens de positieve of negatieve fout ("graad van onzuiverheid") berekend. Zie Figuur 19 voor een voorbeeld.

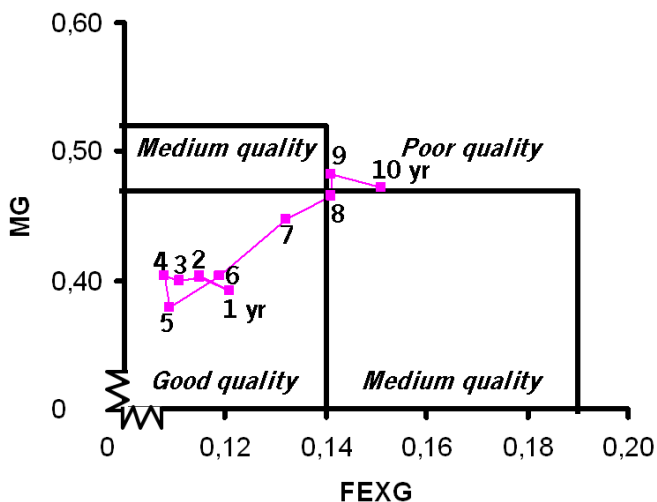


Figuur 19 Bepaling van de graad van onzuiverheid van de drainageklassenkaart op de locatie van 1 puntmeting van GHG en GLG

Ad 3: Een aantal van 20 puntlocaties wordt gezien als het minimum om een betrouwbare schatting van de gebiedsgemiddelde kwaliteit met de kwaliteitscriteria te kunnen maken.

Ad 4: Finke et al. (1994) hebben voor 3 kaartbladen de MG en de FEXG vlak vóór en ná een actualisatie uitgerekend. Ervan uitgaande dat de gebruikers van de kaart de kwaliteit vóór actualisatie onvoldoende vonden, en erna voldoende, zijn kritische kwaliteitsgrenzen gedefinieerd die bij de 3 kaartbladen tussen deze waarden inlagen. Deze grenzen zijn gebruikt om kaartbladen te evalueren (Finke et al., 1998) en ook om de kwaliteitsevolutie doorheen de tijd te volgen (Figuur 20, Finke, 2007). Deze kwaliteitsgrenzen zijn niet overdraagbaar op Vlaanderen, omdat de waarden van MG en FEXG mede afhankelijk van de grenzen tussen de op de kaart weergegeven klassen. De grenzen tussen grondwatertrappen en drainageklassen zijn niet gelijk. Idealiter worden herkaracteringen in Vlaanderen op dezelfde wijze gebruikt om kritische kwaliteitsgrenzen vast te stellen; echter daarvoor ontbreekt nu nog representatieve informatie omdat de 3 casestudies slechts kleine gebiedjes betreffen.

Het voorstel is daarom, om de kritische kwaliteitsgrens voor slechte kaarten niet vooraf vast te leggen, maar wel de kwaliteit na een actualisatie (in de proefgebieden) te gebruiken om gebieden aan te geven met kwalitatief niet-verbeterbare drainageklassenkaarten.



Figuur 20 Kwaliteitscriteria gehanteerd voor Gt-kaarten in Nederland en evolutie van een kaartblad doorheen de tijd (Finke, 2007)

Ad 5: Uitgaande van de volgende situatie:

1. Voor een kleine 2 600 puntlocaties zal de GHG en GLG worden berekend;
2. Die schattingen zullen allemaal van voldoende kwaliteit zijn;
3. Minimaal 20 puntlocaties zijn noodzakelijk per deelgebied voor het vaststellen van het kwaliteitscriterium,

zullen maximaal ca. 130 gebiedjes van ca. 100 km² elk in Vlaanderen (13 500 km²/(2 600/20 gebiedjes) beoordeeld kunnen worden op de kaartkwaliteit. Dit wil zeggen dat er niet voldoende puntgegevens zullen zijn om alle 280 kaartbladen van de bodemkaart 1 / 20 000 apart te evalueren.

Na discussie met de stuurgroep (29 juni; Bijlage 5) werden 4 opties onderzocht om tot een gebiedsindeling te komen: landbouwstreken, ecodistricten en ecoregiokaart (ANB), de bodemassociatiekaart schaal 1 / 500 000 (Tavernier et Maréchal, 1972) of de kaart van grondwatersystemen (VMM). Dit moet, samen met de drainageklassen voorkomend binnen elk van de gebieden, leiden tot een aantal kleiner dan 130 eenheden, wat de bovengrens is met de beschikbare puntgegevens. Zie hiervoor hoofdstuk 5.1.1.

De voorgestelde aanpak bestaat dan uit de volgende stappen:

- a. Opvragen van gegevens van de diverse meetnetten (primair meetnet, INBO-meetnet, inclusief de gegevens van het freatisch (MAP2-)meetnet;
- b. Screenen van de gegevens op tijdreekslengte en aantal metingen;
- c. Tijdreeksanalyse op de positief gescreende gegevens en berekening van de GHG en GLG en hun standaardafwijking van de voorspelfout;
- d. Berekenen van GHG en GLG op de niet-positief gescreende gegevens door ze te behandelen als een "gerichte opname" en berekening GHG en GLG en hun standaardafwijking van de voorspelfout;
- e. Verwerpen van de locaties met kwalitatief onvoldoende GHG en GLG;
- f. Toekennen van elk van de weerhouden locaties aan een gebied en de drainageklasse op de kaart;
- g. Berekenen van het kwaliteitscriterium *absolute fout van GHG en GLG ten opzichte van de drainageklasse* voor elke weerhouden locatie;
- h. Berekenen van het gebiedsgemiddelde *absolute fout van GHG en GLG ten opzichte van de drainageklasse* en vergelijken met de grenswaarde *kwalitatief niet te verbeteren door actualisatie*. Presenteren als kaart.
- i. Berekenen van de drainageklasse-gemiddelde *absolute fout van GHG en GLG ten opzichte van de drainageklasse* binnen elk gebied.
- j. Uitvoeren van een kostenraming van de actualisatie. Hiertoe dient de kostenfunctie gerapporteerd in hoofdstuk 3.5.3 te worden herzien naar de inmiddels verworven inzichten voor de Vlaamse situatie.

5.1.1. Definitie van deelgebieden

De actualisatiebehoefte wordt nagegaan in verschillende deelgebieden van Vlaanderen. Zoals reeds vermeld in paragraaf 5.1 zijn 2 zaken belangrijk: enerzijds moeten er voldoende punten binnen elk deelgebied liggen om de actualisatienoodzaak te kunnen bepalen, en anderzijds moet de ruimtelijke resolutie zo hoog mogelijk zijn. Als richtlijn wordt aangenomen dat er per combinatie van stratum en drainageklasse minimaal 10 punten vereist zijn voor een uitspraak, bij voorkeur 20 punten.

Op basis van de input van de stuurgroep werden 4 opties voor deelgebieden onderzocht:

- Het freatisch gedeelte van de kaart met grondwaterlichamen (versie 2005) (CIW, 2004);
- De bodemassociatiekaart 1 / 500 000 (Tavernier en Maréchal, 1972);
- De landbouwstreken (Bodemkaart);
- De kaart met Ecoregio's/ Ecodistricten (Sevenant et al., 2002).

Deze verschillende kaarten zijn weergegeven in Figuur 21. Voor een legende bij elk van de kaarten wordt verwezen naar bovengenoemde publicaties.

Een overzicht van de resultaten wordt gegeven in Tabel 33. Hierbij wordt het aantal klassen en hun spreiding gegeven, en welk percentage van het Vlaams areaal niet gedekt zou worden door deze indeling, omdat er minder dan 10 waarnemingen vallen binnen de regio/drainageklassecombinatie. Hierbij valt op te merken dat hierbij alle peilbuizen met acceptabele tijdreekslengte en –duur zijn gebruikt, en met het verwerpen van peilbuizen op basis van de tijdreeksanalyse c.q. de kwaliteit van GxG-schattingen nog geen rekening is gehouden. Aangezien de bodemassociatiekaart en de freatische grondwaterlichamenkaart een minder goede dekking hebben, en de grootte van de

gebieden erg varieert (Figuur 21) worden deze niet weerhouden. De ecoregiokaart wordt beter bevonden dan de landbouwstrekenkaart omdat die laatste veel detail heeft in het kustgebied, echter weinig in de rest van Vlaanderen. De ecoregiokaart geeft ruimtelijke eenheden waarvan de abiotische eigenschappen niet snel in de tijd veranderen. In Vlaanderen werd deze kaart gebaseerd op (in hiërarchische volgorde): klimatologie, geologie, reliëf, geomorfologie, grondwater, oppervlaktewater en bodem (Sevenant et al., 2002).

Omwille van bovenstaande argumenten werd de ecoregiokaart weerhouden voor gebiedsstratificatie, maar is nog onderzocht of deze gebiedsindeling nog kon worden verbeterd door samenvoegen van kleine eenheden en eventuele opsplitsing van grote eenheden. De Ecodistricten van de zuidoostelijke heuvelzone en de krijt-leemgebieden werden omwille van het verkrijgen van een voldoende hoge waarnemingsdichtheid samengevoegd. Aangezien de ecoregio's Krijtdistrict en Maasdistrict te weinig waarnemingen bevatten, en geïsoleerd liggen (Krijtdistrict ligt binnen de Voerstreek) of een hydrologisch uniek regime hebben (Maasdistrict) werd beslist ze niet samen te voegen met de aangrenzende regio's, maar ze buiten beschouwing te laten. Hierdoor bleef slecht 9% van de oppervlakte zonder voldoende waarnemingen.

Onafhankelijk van de gekozen stratificatie bestaat het probleem dat voor de kuststreek de actualiseringbehoefte niet kan worden berekend omdat er geen drainageklassenkaart bestaat. Om die reden is besloten de omzettingstabel van C. Vynckier (Bijlage 10) op de kuststreek toe te passen om een drainageklassenkaart te maken, en deze daarna te evalueren op dezelfde wijze als de andere delen van Vlaanderen.

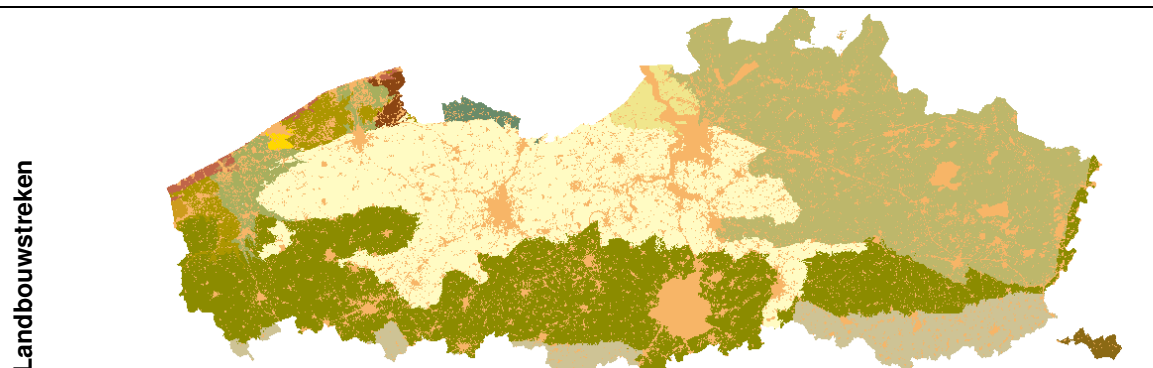
Tabel 33 Evaluatie van de verschillende stratificatieopties

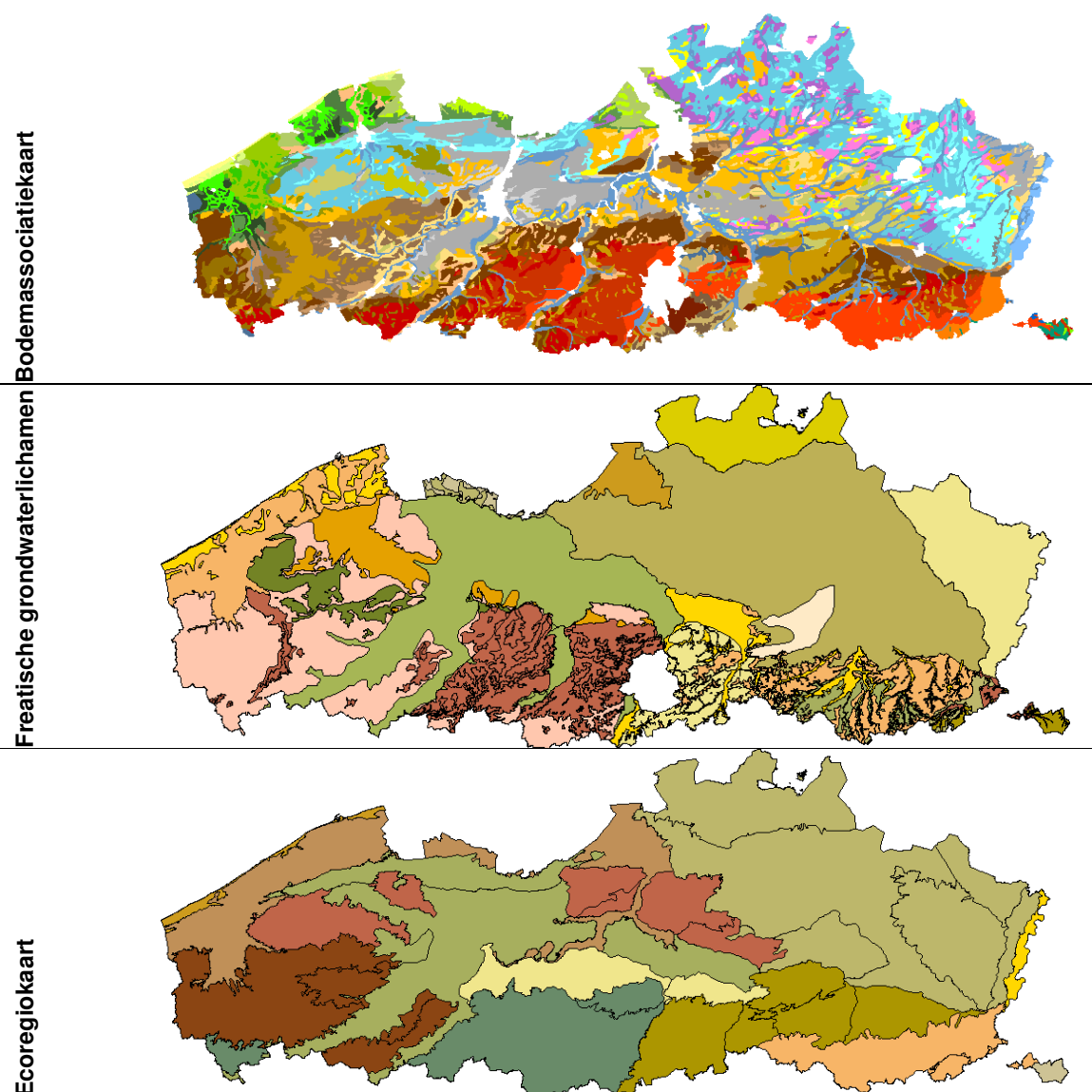
Stratificatieoptie	Aantal eenheden	dekking
Landbouwstreken	7 (4 grote klassen)	11% niet gedekt
Bodemassociatie	47 (ongunstige spreiding)	31% niet gedekt
Freatische grondwaterlichamen	22 (ongunstige spreiding)	22% niet gedekt
Ecoregiokaart	12	15% niet gedekt
Ecoregiokaart gegeneraliseerd (Ecodistricten krijt-leemgebieden en zuid-oostelijke heuvelzone samengevoegd)	9	9% niet gedekt

Tabel 34 Aantal meetpunten met berekende GHG/GLG per combinatie van ecoregio/drainageklasse (na selectie op kwaliteit van GHG/GLG schattingen)

Ecoregio	Drainageklasse op kaart													
	a	a-d	b	c	c-d	d	d-e	e	e-f	f	g	h	h-i	i
Cuesta's	0	0	8	52	0	72	0	8	1	2	0	6	0	0
Kempen	0	7	13	63	2	127	0	151	4	99	0	0	0	0
Kustduinen	18	0	3	1	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0
Midden-Vlaamse overgangsggebieden	0	0	8	9	1	18	0	12	0	0	0	6	0	0
Pleistocene riviervalleien	0	0	28	113	0	156	0	32	3	9	1	5	0	0
Polders en de getijdenschelde	0	0	2	3	0	76	10	16	7	5	4	0	0	0
Westelijke interfluvia	0	0	18	72	8	102	0	10	0	5	0	44	0	1
Zuidwestelijke heuvelzone	0	0	19	34	3	56	0	22	0	20	0	9	0	1
Zuidoostelijke heuvelzone en krijt-leemgebieden	0	0	4	4	6	15	0	10	1	29	2	9	9	2

NB: niet alle drainageklassen komen vóór in elke ecoregio.





Figuur 21 Kaarten van 4 alternatieve gebiedsindelingen

5.1.2. Conversie beschikbare tijdreeksgegevens

5.1.2.1. Beschikbare lange referentiereksen

Op alle reeksen die voldoende lang waren werd een tijdreeksanalyse uitgevoerd. In eerste instantie zijn peilbuizen met ondiepe filters (ondieper dan -5 meter) geselecteerd. Later zijn daaraan een aantal peilbuizen met diepe filters toegevoegd die ondanks de filterdiepte de stijghoogte in het freatisch pakket weergeven (Griet Heuvelmans, pers. comm.). Als criterium werd in eerste instantie gesteld dat reeksen minstens 2 jaar lang waren, met minimaal 24 waarnemingen. Dit leverde een selectie van 351 peilbuizen op. Op deze reeksen werd een extra toetsing uitgevoerd. Hierdoor werden reeksen met trends in de data (waarschijnlijk ten gevolge van ingrepen in de waterhuishouding) of lange periodes zonder data uit de set verwijderd. In een aantal gevallen werd een deel van de tijdreeks weerhouden. Een aantal tijdreeksen viel af indien er door het tijdreeksmodel geen goede fit gevonden kon worden. Van een aantal kortere tijdreeksen werd het tijdreeksmodel verworpen indien er een grote interjaarlijkse variabiliteit voorspeld werd die door de korte duur van de data niet ondersteund kon worden. Een overzicht hiervan wordt gegeven in Tabel 35.

Tabel 35 Niet gebruikte referentiereeksen

Reden	Aantal
Geen of slechte ($R^2 < 60\%$) modelfit	74
Te kort voor voorspelde interjaarsvariabiliteit	9
Trends	6
Te kort na verwijderen sprongen, periodes zonder data	15
Totaal niet gebruikt	104
Weerhouden	247

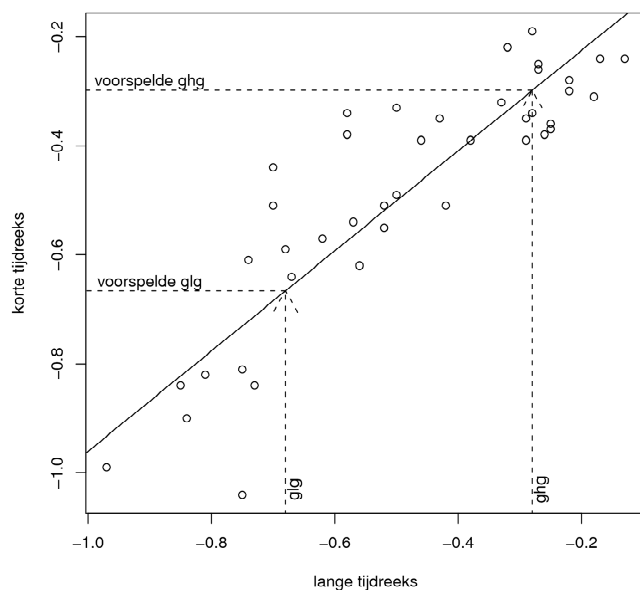
5.1.2.2. *Tijdreeksanalyse*

De meeste lange reeksen zijn nog steeds te kort om de grondwaterstatistieken (GHG en GLG) te berekenen. Daarenboven is er een verschil in lengte tussen de verschillende reeksen en betreffen ze ook deels afwijkende periodes. Aangezien neerslagoverschot de belangrijkste factor is in grondwaterschommelingen in het West-Europese klimaat (Knotters en Bierkens, 2000) en er grote jaarlijkse fluctuaties optreden, is er gekozen om een tijdreeksmodel op de data te fitten, waarmee grondwatertafels op een bepaald tijdstip worden geschat uit daarvoor gemeten grondwatertafels en het neerslagoverschot. Met dit gekalibreerde model is voor een vastgelegde klimaatsrepresentatieve periode van 30 jaar (1978 – 2008) een reeks simulaties uitgevoerd, waardoor per meetreeks een 100-tal complete 30-jaarsreeksen grondwatertafels werd verkregen. Hieruit kunnen de GHG en GLG en de onzekerheid verbonden aan deze grootheden eenvoudig worden berekend. Het hiervoor gebruikte tijdreeksmodel is PIRFICT (von Asmuth et al., 2002), een impulse-response model op basis van het neerslagoverschot, met een stochastische component. Op de meetreeksen van peilbuizen met diepe filters (dieper dan -5m) is door VMM tevens een SWAP-model gekalibreerd met gemeten grondwaterstanden in de periode 1997-2009. Dit model is toegepast op de periode 1978 – 2008. Na vergelijking van de verschillen tussen de SWAP-runs en het gekalibreerde PIRFICT-model (hoogte R^2 tussen metingen en simulaties) is per peilbuis de beste van de twee modellen gebruikt voor de simulaties en daaropvolgende berekening van GxG.

Een bijkomend voordeel van het gebruik van gesimuleerde tijdreeksen is dat er voorspellingen zijn op dagen zonder metingen. Dit is nodig bij het koppelen van de referentiereeksen met de korte reeksen.

5.1.2.3. *Berekenen van de GHG en GLG in de peilbuizen met korte reeksen*

Om voor de korte meetreeksen (afkomstig uit het "MAP2" meetnet) een GHG en GLG te kunnen berekenen ondanks de onmogelijkheid om hierop een tijdreeksmodel te kalibreren, worden deze korte reeksen met de lange reeksen in verband gebracht. Voor deze koppeling worden twee methodes voorgesteld: de eerste methode ("Gtkortereeks", Oude Voshaar en Stolp, 1997) koppelt informatie uit 1 referentiereeks met de korte reeks door middel van lineaire regressie (Figuur 22). Dit gebeurt voor alle referentiereeksen in hetzelfde stratum. De relatie die de kleinste voorspelfout oplevert wordt gebruikt om de GHG/GLG te voorspellen.

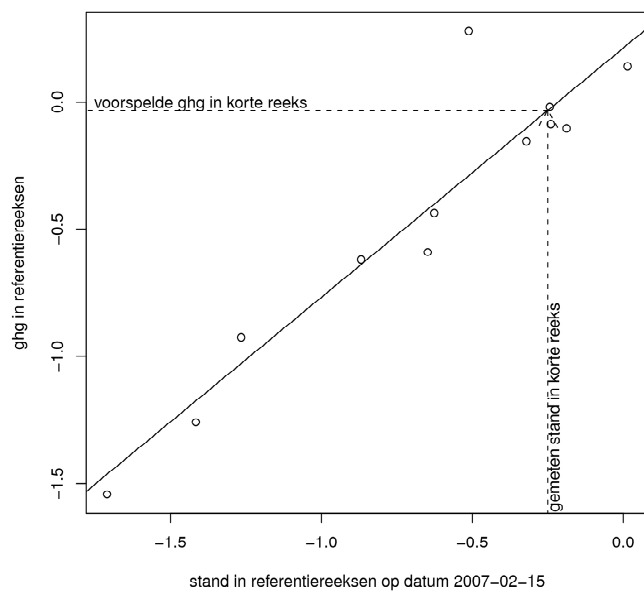


Figuur 22 Werkwijze Gtkortereeks

Gtkortereeks gebruikt alle waarnemingen in één referentiereeks (x-as) en de korte reeks (y-as) voor alle dagen waarop er in die laatste metingen zijn. Met behulp van de gefitte regressielijn wordt een voorspelling van gemiddeld hoogste (GHG) en gemiddeld laagste (GLG) grondwaterstand gedaan.

Een tweede methode, de gerichte opname (Te Riele en Brus, 1991) legt een verband tussen alle waarnemingen in de referentiereksen en hun GHG/GLG op 1 bepaalde datum (Figuur 23). Ook hier wordt gekozen voor de relatie die de kleinste voorspelfout oplevert.

In beide methoden moeten in een aantal gevallen gesimuleerde dagwaarnemingen gebruikt worden. Dit komt omdat de meetdata in de peilbuizen kunnen afwijken van de meetdata in het MAP2-metnet. Dit introduceert onzekerheid in zowel de dagmeting als de GHG en GLG. Daarom is het belangrijk om geen gewone lineaire regressie toe te passen, maar een gewogen regressie die rekening houdt met de onzekerheid in de verklarende variabele (Markovsky en Van Huffel, 2007).



Figuur 23 Werkwijze gerichte opname

De methode van gerichte opnames gebruikt het verband tussen de gemeten grondwaterstanden en de GHG of GLG in de referentiereksen op één bepaalde dag om GHG of GLG in de korte reeks te voorspellen.

Na de keuze voor een GHG/GLG voorspelling hetzij met de Gtkortereeks methode, hetzij de methode van de gerichte opname, zijn de voorspellingen met een standaardafwijking van de voorspelfout (SE) van ≤ 20 cm geselecteerd. Indien deze SE groter wordt dan 20 cm dan wordt de onzekerheid groter dan de kleinst voorkomende klassenbreedte van GHG of GLG, wat als te onnauwkeurig werd beschouwd. Omdat per korte reeks waar de gerichte opname methode werd gebruikt de GHG en GLG met aparte regressierelaties worden berekend, is het mogelijk dat inconsistenties optreden, n.l. dat de verwachtingswaarde van de GHG dieper is dan de verwachtingswaarde van de GLG. Korte reeksen die tot dergelijke (zeldzame) situaties leiden zijn uit de dataset verwijderd. Tabel 36 geeft een overzicht van het aantal resterende GHG-GLG locaties na deze selectie (inclusief de lange meetreeksen).

Tabel 36 Locaties met betrouwbare schatting van de GxG

Ecoregio	Aantal GxG in stratum	Geen drainage-klasse op kaart	GxG van onvoldoende kwaliteit ¹	GxG van voldoende kwaliteit ¹
Cuesta's	163	5	9	149
Kempen	579	49	64	466
Kustduinen	30	0	0	30
Midden-Vlaamse overgangsgebieden	63	0	9	54
Pleistocene riviervalleien	376	14	15	347
Polders en de getijdenschelde	159	24	12	123
Westelijke interfluvia	291	4	27	260
Zuidwestelijke heuvelzone	224	3	57	164
Zuidoostelijke heuvelzone en krijt-leemgebieden	166	22	53	91
Totalen	2 051	121	246	1 684

¹ Kwaliteitscriteria: (1) De standaardfout van de GxG-schatting was ≤ 20 cm en/of (2) de geschatte GHG was ondieper dan de geschatte GLG.

5.1.3. Berekening kwaliteit van bestaande kaarten op puntlocaties en per deelgebied

Met de GHG en GLG en kaart-drainageklasse wordt op elke locatie berekend hoeveel cm deze GHG en GLG afwijken van de dichtstbijzijnde klassengrens indien de waarde buiten het gedefinieerd traject ligt (Figuur 19). We noemen dit getal E_{GxG} . Een positieve waarde voor E_{GxG} duidt op een drogere GxG dan de kaart op die locatie aangeeft; een negatieve waarde duidt op een nattere GxG. De absolute waarde van het verschil wordt eveneens berekend: AE_{GxG} . Als de GHG-GLG combinatie binnen de drainageklasse op dat punt ligt, wordt het verschil gedefinieerd als gelijk aan 0, en is de kaart zuiver op dat punt. We geven de zuiverheid aan met een Indicator IE die de waarde 1 krijgt bij een zuivere kaart en 0 bij een onzuivere kaart.

De gemiddelde kwaliteit binnen dezelfde drainageklasse in een deelgebied (bijvoorbeeld: drainageklasse **c** in het stratum **Cuesta's**) wordt nu voor GHG en GLG apart berekend met:

$$ME_{GxG,dk,stratum} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n E_{GxG,dk,stratum}$$

Deze berekeningswijze impliceert de veronderstelling dat alle puntlocaties representatief zijn voor een even groot areaal binnen de doorsnede deelgebied-drainageklasse.

De gemiddelde kwaliteit van de drainageklassekaart binnen een geheel stratum wordt berekend uit het oppervlakte-gewogen gemiddelde van de kwaliteit per drainageklasse, voor GHG en GLG apart:

$$ME_{GxG,stratum} = \frac{\sum_{dk=a}^i E_{GxG,dk,stratum} * A_{dk,stratum}}{\sum_{dk=a}^i A_{dk,stratum}}$$

Deze berekeningswijze houdt rekening met de verdeling van drainageklassen op de kaart, zodat grote afwijkingen in kleine deelgebiedjes geen disproportionele invloed op het totaalresultaat hebben. In bovenstaande vergelijking worden drainageklassen zonder een waarde voor $E_{GxG,dk,stratum}$, dus zonder GxG waarden op puntlocaties binnen de drainageklasse, buiten beschouwing gelaten.

Beide vergelijkingen worden ook toegepast voor de absolute waarden voor de verschillen AE_{GxG} , en voor de indicator voor kaartzuiverheid IE. De stratum-gemiddelde waarde voor IE is een schatting voor het percentage van het areaal binnen dat stratum waar de drainageklasse op de kaart correct is.

5.2. Resultaten van de bepaling van de actualiseringnoodzaak

In Tabel 37 is samengevat op welk deel van het areaal van de bodem van Vlaanderen de analyse betrekking heeft. De 1684 bruikbare GxG-schattingen representeren 89% van het areaal weergegeven op de bodemkaart met zowel een textuurklasse als een drainageklasse. Hierbij dient opgemerkt dat de arealen van alle Ecoregio-textuur-drainageklasse combinaties werden meegeteld waar één of meer acceptabele GHG/GLG beschikbaar was.

Tabel 37 Geanalyseerd areaal. dk=drainageklasse; tg=textuurgroep (ALEU of ZSP)

Ecoregio	areaal (ha)			
	Totaal	met dk en tg	met dk, tg en metingen	met dk, tg en acceptabele GxG
Cuesta's	114 432	97 156	95 523	95 523
Maas (niet onderzocht: 2 buizen)	7 463	5 508	3 714	
Kempen	372 019	301 432	298 963	295 389
Krijtgebieden (niet onderzocht; Voerstreek: geen buizen)	3 707	1 580	0	
Kustduinen	7 383	5 573	5 513	5 513
Midden-Vlaamse overgangsggebieden	55 960	47 730	46 226	46 226
Pleistocene riviervalleien	217 429	180 783	178 405	178 097
Polders en de getijdenschelde	129 340	89 954	89 829	89 829
Westelijke interfluvia	139 602	128 652	128 316	128 316
Zuidwestelijke heuvelzone	132 574	111 560	111 140	111 139
Zuidoostelijke heuvelzone en krijt-leemgebieden	194 422	161 248	59 014	59 014
Totale (ha)	1 374 330	1 131 177 (100%)	1 016 643 (90%)	1 009 047 (89%)

De resultaten van de diverse berekeningen zijn voor de verschillende strata samengevat in Tabel 38. Naast de getalswaarden in deze tabel is uit het verschil tussen de MAE en de ME af te leiden of de verschuivingen persistent zijn. In dat geval is de MAE vrijwel gelijk aan de absolute waarde van de ME. Grote verschillen in de MAE en de absolute waarde van de ME duiden op een heterogeen karakter van de verschillen: lokaal positief, lokaal negatief. Dit kan per drainageklasse verschillen (zie de navolgende hoofdstukken).

Uit de tabel blijkt, dat de kwaliteit van de huidige drainageklassekaart het best is in de gecombineerde ecoregio's "zuidoostelijke heuvelzone en krijt-leemgebieden" gezien de relatief grote arealen waar de drainageklasse correct is (MIE_SS) dan wel slechts één klasse afwijkt (MIE_SL1). Bij de proefkarteringen in Kluizen, de Dijlevallei en Moerkerke-Damme werd een kaartzuiverheid van 65%, 36% resp. 36% bereikt, zodat een sterke verbetering in deze ecoregio niet verwacht mag worden. Ook de gebiedsgemiddelde waarde van de fout in GLG (MAE en ME) is laag. Bij proefkarteringen werden waarden tussen de 1 en 6 cm voor de MAE_{GHG} bereikt en tot maximaal 14 cm voor de MAE_{GLG}.

De slechtste drainageklassenkaarten in termen van kaartzuiverheid zijn die binnen de Ecoregio van de kustduinen, welke is geconstrueerd met de tabel van Vynckier (bijlage 10), en die binnen de Ecoregio van de zuidwestelijke heuvelzone.

Generaliserend naar geheel Vlaanderen kan worden geconcludeerd dat, gebruikmakend van statistische schattingen van GHG en GLG in 1684 peilbuizen, in slechts 23% van het areaal de drainageklasse op de kaart overeenstemt met die bepaald in peilbuizen, maar dat de verschillen in meer dan de helft van het areaal klein zijn (1 klasse of minder). Over geheel Vlaanderen lijkt sprake van een licht nattere situatie dan op de drainageklassenkaart weergegeven, maar er zijn grote verschillen tussen de ecoregio's en de drainageklassen daarbinnen. De Ecoregio's Polder en Getijdenschelde en Kempen hebben positieve waarden voor ME_{GxG} wat erop wijst dat de GxG nu droger is dan GxG afgeleid uit de drainageklassenkaart.

Tabel 38 Kwaliteitsparameters van de drainageklassenkaarten van Vlaanderen per deelgebied

Ecoregio	Aantal locaties	Onderzocht areaal (ha)	MIE_SS	MIE_SL1	MIE_SL2	ONZ	MAE_GHG	MAE_GLG	ME_GHG	ME_GLG
Zuidoostelijke heuvelzone en krijt-leemgebieden	91	59 014	66.7%	93.3%	96.0%	4.0%	7.4	2.8	3.2	-0.8
Polders en de getijdenschelde	123	89 829	26.9%	62.3%	83.7%	16.3%	15.9	14.8	10.4	6.5
Cuesta's	149	95 523	20.2%	47.9%	67.0%	33.0%	17.7	12.4	-6.7	-3.5
Westelijke interfluvia	260	128 316	20.4%	49.0%	66.3%	33.7%	22.7	9.3	-3.7	-4.2
Pleistocene riviervalleien	347	178 097	17.7%	48.1%	68.1%	31.9%	20.2	11.3	-8.0	-2.1
Kempen	466	295 389	21.3%	61.4%	81.5%	18.5%	33.6	12.0	28.2	8.8
Midden-Vlaamse overgangsgebieden	54	46 226	17.3%	36.3%	56.9%	43.1%	24.6	15.6	-14.8	-12.0
Kustduinen	30	5 513	11.2%	30.0%	77.9%	22.1%	39.0	3.6	-13.0	-3.6
Zuidwestelijke heuvelzone	164	111 139	15.8%	34.6%	48.7%	51.3%	36.8	14.6	-31.5	-9.1
Vlaanderen	1684	1 009 047	22.8%	53.9%	72.1%	27.9%	25.2	11.7	2.6	0.3

MIE_SS= % areaal waar de punt-drainageklasse gelijk is aan die van de kaart

MIE_SL1= % areaal waar de punt-drainageklasse maximaal 1 klasse afwijkt van die op de kaart

MIE_SL2= % areaal waar de punt-drainageklasse maximaal 2 klassen afwijkt van die op de kaart

ONZ= % areaal waar de punt-drainageklasse meer dan 2 klassen afwijkt van die op de kaart

MAE_{GxG}= de stratum-gemiddelde absolute afwijking (cm) van de GxG ten opzichte van de drainageklasse op de kaart
de stratum-gemiddelde afwijking (cm) van de GxG ten opzichte van de drainageklasse op de kaart.

ME_{GxG}= Negatief=natter.

■ Waarschijnlijk niet sterk te verbeteren door een actualisatie

NB: onderzocht areaal betreft drainageklassen binnen de strata. De Ecoregio's zijn gesorteerd op afnemende kwaliteit (MIE_SS, MAE).

5.2.1. Ecoregio van de cuesta's

Het algemene beeld (Tabel 38) is een nattere situatie van zowel GHG als GLG ten opzichte van de huidige drainageklassenkaart. De kruistabel (Tabel 39) en de verschuivingtabel (Tabel 40) geven aan dat dit voornamelijk wordt veroorzaakt door nattere GHG's in drainageklassen c en d, omdat deze het grootste areaal betreffen. In meer dan de helft van het areaal is de verschuiving 2 klassen of minder. De verschuivingen in de drainageklassen b, e, f en h zijn aanzienlijk maar gebaseerd op slechts enkele punt-GxG's. Zowel de kaartzuiverheid als de MAE_{GxG} per drainageklasse geven aan dat in deze gehele ecoregio met een actualisatie een betere kaart kan worden verkregen.

Tabel 39 Kruistabellen met aantal puntlocaties (boven) en oppervlaktepercentage (onder) per gemeten - en kaart-drainageklasse in Ecoregio van de cuesta's.

		drainageklasse in meetlocaties								
		a	b	c	d	e	f	g	h	i
drainageklasse op de kaart	a	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	a-d	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	b	0	2	2	1	1	0	0	0	2
	c	1	5	13	7	7	11	0	6	2
	c-d	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	d	2	3	12	12	15	12	1	10	5
	d-e	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	e	1	0	2	1	2	0	0	1	1
	e-f	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	f	0	1	1	0	0	0	0	0	0
	g	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	h	0	0	1	2	0	2	0	1	0
	h-i	0	0	0	0	0	0	0	0	0
i	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

		drainageklasse in meetlocaties								
		a	b	c	d	e	f	g	h	i
drainageklasse op de kaart	a	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	a-d	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	b	0.0%	2.0%	2.0%	1.0%	1.0%	0.0%	0.0%	0.0%	2.0%
	c	0.6%	3.0%	7.7%	4.2%	4.2%	6.5%	0.0%	3.6%	1.2%
	c-d	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	d	1.3%	1.9%	7.8%	7.8%	9.7%	7.8%	0.6%	6.5%	3.2%
	d-e	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	e	0.8%	0.0%	1.7%	0.8%	1.7%	0.0%	0.0%	0.8%	0.8%
	e-f	0.0%	0.0%	0.0%	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	f	0.0%	0.7%	0.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	g	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	h	0.0%	0.0%	1.0%	2.0%	0.0%	2.0%	0.0%	1.0%	0.0%
	h-i	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
i	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	

oppervlakte% >2 klassen verschil
oppervlakte% 2 klassen natter
oppervlakte% 1 klasse natter
oppervlakte% gelijk
oppervlakte% 1 klasse droger
oppervlakte% 2 klassen droger
oppervlakte% >2 klassen verschil

Tabel 40 GHG- en GLG-verschuivingen in Ecoregio van de cuesta's

Drainageklasse op kaart	ME _{GHG} (cm)	ME _{GLG} (cm)	MAE _{GHG} (cm)	MAE _{GLG} (cm)	n	Areaal (ha)
b	-36.61	-0.11	36.61	0.11	8	7 636
c	-14.39	-8.67	18.46	8.67	52	29 546
d	-2.16	-8.92	15.73	8.92	72	44 544
e	15.55	47.17	15.55	47.17	8	6 326
e-f	0.00	15.71	0.00	15.71	1	255
f	13.63	89.18	13.63	89.18	2	1 426
h	7.71	-18.12	7.71	18.12	6	5 790

Niet vermelde drainageklassen komen niet voor of hadden geen bruikbare peilbuizen. Negatieve ME_{GHG} duiden op een nattere situatie

5.2.2. Ecoregio van de Kempen

Het algemene beeld (Tabel 38) is een aanzienlijk drogere situatie van zowel GHG als GLG ten opzichte van de huidige drainageklassenkaart. De kruistabel (Tabel 41) en de verschuivingstabel (Tabel 42) geven aan dat dit voornamelijk wordt veroorzaakt door drogere GHG's in drainageklassen b, c en d, omdat deze het grootste areaal betreffen. Drogere GLG's worden genoteerd bij de drainageklassen e en f. Dit patroon duidt op een algemene verlaging van de grondwatertafel in de Kempen. In meer dan de helft van het areaal is de verschuiving echter slechts 1 klasse. Zowel de kaartzuiverheid als de MAE_{GxG} per drainageklasse geven aan dat in deze gehele ecoregio met een actualisatie een betere kaart kan worden verkregen.

Tabel 41 Kruistabellen met aantal puntlocaties (boven) en oppervlaktepercentage (onder) per gemeten - en kaart-drainageklasse in Ecoregio van de Kempen.

		drainageklasse in meetlocaties								
		a	b	c	d	e	f	g	h	i
drainageklasse op de kaart	a	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	a-d	3	2	1	0	0	1	0	0	0
	b	12	0	1	0	0	0	0	0	0
	c	23	13	15	7	0	0	0	3	2
	c-d	1	0	1	0	0	0	0	0	0
	d	16	22	27	24	13	6	1	8	10
	d-e	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	e	11	13	31	26	32	21	0	11	6
	e-f	1	0	0	0	1	2	0	0	0
	f	2	11	17	3	16	38	9	3	0
	g	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
h-i	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
i	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

		drainageklasse in meetlocaties								
		a	b	c	d	e	f	g	h	i
drainageklasse op de kaart	a	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	a-d	1.1%	0.8%	0.4%	0.0%	0.0%	0.4%	0.0%	0.0%	0.0%
	b	13.7%	0.0%	1.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	c	7.9%	4.5%	5.1%	2.4%	0.0%	0.0%	0.0%	1.0%	0.7%
	c-d	0.2%	0.0%	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	d	3.8%	5.2%	6.4%	5.7%	3.1%	1.4%	0.2%	1.9%	2.4%
	d-e	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	e	1.6%	1.9%	4.6%	3.8%	4.7%	3.1%	0.0%	1.6%	0.9%
	e-f	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.2%	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%
	f	0.1%	0.8%	1.3%	0.2%	1.2%	2.8%	0.7%	0.2%	0.0%
	g	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
h	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	
h-i	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	
i	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	

Tabel 42 GHG- en GLG-verschuivingen in Ecoregio van de Kempen

Drainageklasse op kaart	ME _{GHG} (cm)	ME _{GLG} (cm)	MAE _{GHG} (cm)	MAE _{GLG} (cm)	n	Areaal (ha)
a-d	0.00	-5.45	0.00	5.45	7	7 848
b	77.94	0.00	80.92	0.00	13	43 967
c	39.40	0.00	48.40	0.00	63	63 854
c-d	19.74	0.00	19.74	0.00	2	949
d	21.92	-2.74	31.73	2.74	127	89 370
e	5.46	35.40	5.46	40.78	151	65 909
e-f	3.26	34.55	3.26	34.55	4	1 840
f	1.94	22.39	1.94	23.61	99	21 653
i	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0

5.2.3. Ecoregio van de kustduinen

Voorafgaand aan deze analyse is het belangrijk om op te merken dat de referentiereeksen in de kustduinen allen uit hetzelfde gebied komen (Westhoek). Het algemene beeld (Tabel 38) is een nattere situatie van de GHG ten opzichte van de huidige drainageklassenkaart. De kruistabel (Tabel 43) en de verschuivingstabel (Tabel 44) geven aan dat dit voornamelijk wordt veroorzaakt door het aantreffen van nattere GHG's in de drainageklasse a, welke werd toegekend met de tabel van Vynckier. Dit kan een gevolg zijn van het veranderde reliëf in de Westhoek sinds de kartering (loopduinen), en de sterk variërende grondwateronttrekkingen van dit gebied, en is waarschijnlijk niet zozeer te wijten aan onjuistheden in de tabel van Vynckier. GLG-verschuivingen zijn gering. In meer dan 30% van het areaal is de verschuiving echter slechts 1 klasse. Zowel de kaartzuiverheid als de MAE_{GHG} per drainageklasse geven aan dat in deze gehele ecoregio met een actualisatie een betere kaart kan worden verkregen. Mogelijk zit in de tabel van Vynckier bij drainageklasse a een systematische fout, d.w.z. te veel geomorfologische kaarteenheden krijgen een drainageklasse a toegewezen. Een andere mogelijkheid is dat sommige geomorfologische eenheden (bijvoorbeeld de kustduinen met natte panne) te heterogeen zijn om aan één drainageklasse te kunnen toewijzen.

Tabel 43 Kruistabellen met aantal puntlocaties (boven) en oppervlaktepercentage (onder) per gemeten - en kaart-drainageklasse in Ecoregio van de kustduinen.

		drainageklasse in meetlocaties								
		a	b	c	d	e	f	g	h	i
drainageklasse op de kaart	a	2	4	6	1	4	1	0	0	0
	a-d	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	b	1	0	1	1	0	0	0	0	0
	c	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	c-d	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	d	1	2	1	2	0	2	0	0	0
	d-e	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	e	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	e-f	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	f	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	g	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	h	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	h-i	0	0	0	0	0	0	0	0	0
i	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

		drainageklasse in meetlocaties								
		a	b	c	d	e	f	g	h	i
drainageklasse op de kaart	a	6.6%	13.2%	19.8%	3.3%	13.2%	3.3%	0.0%	0.0%	0.0%
	a-d	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	b	1.6%	0.0%	1.6%	1.6%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	c	17.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	c-d	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	d	2.3%	4.6%	2.3%	4.6%	0.0%	4.6%	0.0%	0.0%	0.0%
	d-e	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	e	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	e-f	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	f	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	g	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	h	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	h-i	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
i	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	

Tabel 44 GHG- en GLG-verschuivingen in Ecoregio van de kustduinen

Drainageklasse op kaart	ME_{GHG} (cm)	ME_{GLG} (cm)	MAE_{GHG} (cm)	MAE_{GLG} (cm)	n	Areaal (ha)
a	-42.26	-2.99	42.26	2.99	18	3 268
b	-3.69	0.00	27.51	0.00	3	271
c	39.12	0.00	39.12	0.00	1	955
d	29.64	-9.82	31.44	9.82	8	1 020

5.2.4. Ecoregio van de Midden-Vlaamse overgangsgebieden

Het algemene beeld (Tabel 38) is een duidelijk nattere situatie ten opzichte van de huidige drainageklassenkaart. De kruistabel (Tabel 45) en de verschuivingtabel (Tabel 46) geven aan dat dit voornamelijk wordt veroorzaakt door aanzienlijk nattere GHG's in drainageklassen b en c. In de qua areaal belangrijkste drainageklasse d zijn de verschuivingen minder groot, maar duiden eveneens op een nattere situatie. In meer dan de helft van het areaal is de verschuiving 2 klassen of minder. Zowel de kaartzuiverheid als de MAE_{GHG} per drainageklasse geven aan dat in deze gehele ecoregio met een actualisatie een betere kaart kan worden verkregen.

Tabel 45 Kruistabellen met aantal puntlocaties (boven) en oppervlaktepercentage (onder) per gemeten - en kaart-drainageklasse in Ecoregio van de Midden-Vlaamse overgangsgebieden.

		drainageklasse in meetlocaties								
		a	b	c	d	e	f	g	h	i
drainageklasse op de kaart	a	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	a-d	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	b	0	1	2	1	1	1	0	2	0
	c	0	0	1	0	3	1	2	2	0
	c-d	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	d	1	0	0	4	6	3	0	2	2
	d-e	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	e	0	3	4	0	4	1	0	0	0
	e-f	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	f	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	g	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	h	0	0	1	1	4	0	0	0	0
	h-i	0	0	0	0	0	0	0	0	0
i	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

		drainageklasse in meetlocaties								
		a	b	c	d	e	f	g	h	i
drainageklasse op de kaart	a	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	a-d	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	b	0.0%	1.6%	3.2%	1.6%	1.6%	1.6%	0.0%	3.2%	0.0%
	c	0.0%	0.0%	2.5%	0.0%	7.6%	2.5%	5.1%	5.1%	0.0%
	c-d	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.8%	0.0%	0.0%	0.0%
	d	2.5%	0.0%	0.0%	10.0%	15.0%	7.5%	0.0%	5.0%	5.0%
	d-e	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	e	0.0%	2.3%	3.1%	0.0%	3.1%	0.8%	0.0%	0.0%	0.0%
	e-f	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	f	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	g	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	h	0.0%	0.0%	1.5%	1.5%	6.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	h-i	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
i	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	

Tabel 46 GHG- en GLG-verschuivingen in Ecoregio van de Midden-Vlaamse overgangsgebieden

Drainageklasse op kaart	ME_{GHG} (cm)	ME_{GLG} (cm)	MAE_{GHG} (cm)	MAE_{GLG} (cm)	n	Areaal (ha)
b	-41.36	-6.78	41.36	6.78	8	5 906
c	-32.44	-23.48	32.44	23.48	9	10 559
c-d	0.00	-41.80	0.00	41.80	1	347
d	-4.39	-11.49	21.29	11.49	18	20 832
e	4.02	19.02	4.02	20.34	12	4 334
h	-6.03	-21.95	20.64	21.95	6	4 249

5.2.5. Ecoregio van de Pleistocene riviervalleien

Het algemene beeld (Tabel 38) is een nattere situatie ten opzichte van de huidige drainageklassenkaart. De kruistabel (Tabel 47) en de verschuivingtabel (Tabel 48) geven aan dat dit voornamelijk wordt veroorzaakt door ondiepere GHG's in de grote arealen met drainageklassen b, c en d. Verschuivingen in GLG duiden ook op een nattere situatie in b, c en d, maar op een drogere situatie in e, f en g. In bijna de helft van het areaal is de verschuiving echter slechts maximaal 1 klasse. Zowel de kaartzuiverheid als de MAE_{GLG} per drainageklasse geven aan dat in deze gehele ecoregio met een actualisatie een betere kaart kan worden verkregen.

Tabel 47 Kruistabellen met aantal puntlocaties (boven) en oppervlaktepercentage (onder) per gemeten - en kaart-drainageklasse in Ecoregio van de Pleistocene riviervalleien.

		drainageklasse in meetlocaties								
		a	b	c	d	e	f	g	h	i
drainageklasse op de kaart	a	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	a-d	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	b	7	3	4	3	5	0	0	3	3
	c	3	7	28	19	15	12	2	15	12
	c-d	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	d	1	6	17	21	34	33	0	27	17
	d-e	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	e	0	2	3	6	8	6	0	5	2
	e-f	0	0	2	1	0	0	0	0	0
	f	0	3	1	3	1	1	0	0	0
	g	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	h	0	0	0	0	0	1	0	1	3
	h-i	0	0	0	0	0	0	0	0	0
i	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

		drainageklasse in meetlocaties								
		a	b	c	d	e	f	g	h	i
drainageklasse op de kaart	a	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	a-d	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	b	2.5%	1.1%	1.4%	1.1%	1.8%	0.0%	0.0%	1.1%	1.1%
	c	0.8%	1.9%	7.6%	5.2%	4.1%	3.3%	0.5%	4.1%	3.3%
	c-d	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	d	0.3%	1.7%	4.8%	5.9%	9.6%	9.3%	0.0%	7.6%	4.8%
	d-e	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	e	0.0%	0.7%	1.0%	2.0%	2.6%	2.0%	0.0%	1.6%	0.7%
	e-f	0.0%	0.0%	0.5%	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	f	0.0%	0.9%	0.3%	0.9%	0.3%	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%
	g	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	h	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.2%	0.0%	0.2%	0.5%
	h-i	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
i	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	

Tabel 48 GHG- en GLG-verschuivingen in Ecoregio van de Pleistocene riviervalleien

Drainageklasse op kaart	ME _{GHG} (cm)	ME _{GLG} (cm)	MAE _{GHG} (cm)	MAE _{GLG} (cm)	n	Areaal (ha)
b	-8.16	-1.33	50.11	1.33	28	17 526
c	-15.55	-5.96	23.48	5.96	113	54 935
d	-7.12	-9.99	16.49	9.99	156	78 561
e	0.73	21.43	0.73	26.00	32	18 766
e-f	0.00	41.23	0.00	41.23	3	1 365
f	21.85	59.52	21.85	59.52	9	4 792
g	21.89	49.94	21.89	49.94	1	739
h	-3.07	-12.39	3.07	12.39	5	1 412

5.2.6. Ecoregio van de polders en de getijdenschelde

Het algemene beeld (Tabel 38) is een drogere situatie ten opzichte van de huidige drainageklassenkaart. De kruistabel (Tabel 49) en de verschuivingtabel (Tabel 50) geven aan dat dit voornamelijk wordt veroorzaakt door een drogere GHG in drainageklasse d en een drogere GLG in drainageklasse e. In meer dan de helft van het areaal is de verschuiving echter maximaal 1 klasse. De tabel van Vynckier is ook hier voor een groot deel van het gebied toegepast, en dit levert kaarten van een kwaliteit op welke niet ongunstig afsteekt bij de andere gebieden. Wat echter opvalt, is dat vooral de GLG in drainageklassen e, f en g aanzienlijk dieper is dan de drainageklassenkaart weergeeft. Zowel de kaartzuiverheid als de MAE_{GHG} per drainageklasse geven aan dat in deze gehele ecoregio met een actualisatie een betere kaart kan worden verkregen.

Tabel 49 Kruistabellen met aantal puntlocaties (boven) en oppervlaktepercentage (onder) per gemeten - en kaart-drainageklasse in Ecoregio van de polders en de getijdenschelde.

		drainageklasse in meetlocaties								
		a	b	c	d	e	f	g	h	i
drainageklasse op de kaart	a	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	a-d	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	b	0	1	0	0	0	0	0	1	0
	c	0	0	1	1	0	0	0	1	0
	c-d	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	d	2	12	15	15	20	5	0	5	2
	d-e	0	3	3	1	2	0	0	1	0
	e	1	2	3	2	7	0	0	1	0
	e-f	0	0	1	3	1	0	0	1	1
	f	0	0	1	1	2	1	0	0	0
	g	0	0	1	0	1	1	1	0	0
h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
h-i	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
i	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

		drainageklasse in meetlocaties								
		a	b	c	d	e	f	g	h	i
drainageklasse op de kaart	a	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	a-d	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	b	0.0%	0.6%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	0.0%
	c	0.0%	0.0%	0.8%	0.8%	0.0%	0.0%	0.0%	0.8%	0.0%
	c-d	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	d	1.5%	9.0%	11.2%	11.2%	14.9%	3.7%	0.0%	3.7%	1.5%
	d-e	0.0%	2.7%	2.7%	0.9%	1.8%	0.0%	0.0%	0.9%	0.0%
	e	1.4%	2.9%	4.3%	2.9%	10.0%	0.0%	0.0%	1.4%	0.0%
	e-f	0.0%	0.0%	0.1%	0.2%	0.1%	0.0%	0.0%	0.1%	0.1%
	f	0.0%	0.0%	1.2%	1.2%	2.4%	1.2%	0.0%	0.0%	0.0%
	g	0.0%	0.0%	0.4%	0.0%	0.4%	0.4%	0.4%	0.0%	0.0%
h	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	
h-i	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	
i	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	

Tabel 50 GHG- en GLG-verschuivingen in Ecoregio van de polders en de getijdenschelde

Drainageklasse op kaart	ME _{GHG} (cm)	ME _{GLG} (cm)	MAE _{GHG} (cm)	MAE _{GLG} (cm)	n	Areaal (ha)
b	-31.99	0.00	31.99	0.00	2	1 059
c	-15.25	0.00	15.25	0.00	3	2 021
d	14.19	-7.35	21.27	7.35	76	50 930
d-e	22.86	0.00	22.86	0.00	10	8 156
e	2.71	33.88	2.71	33.88	16	20 560
e-f	0.00	39.35	0.00	39.35	7	389
f	1.31	31.03	1.31	31.03	5	5 452
g	22.13	60.48	22.13	60.48	4	1 261

5.2.7. Ecoregio van de westelijke interfluvia

Het algemene beeld (Tabel 38) is een iets nattere situatie ten opzichte van de huidige drainageklassenkaart. De kruistabel (Tabel 51) en de verschuivingstabel (Tabel 52) geven aan dat dit voornamelijk wordt veroorzaakt door nattere GHG en GLG's in drainageklassen b, c en d. In bijna de helft van het areaal is de verschuiving echter slechts maximaal 1 klasse. Zowel de kaartzuiverheid als de $MAE_{G \times G}$ per drainageklasse geven aan dat in deze gehele ecoregio met een actualisatie een betere kaart kan worden verkregen.

Tabel 51 Kruistabellen met aantal puntlocaties (boven) en oppervlaktepercentage (onder) per gemeten - en kaart-drainageklasse in Ecoregio van de westelijke interfluvia.

		drainageklasse in meetlocaties								
		a	b	c	d	e	f	g	h	i
drainageklasse op de kaart	a	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	a-d	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	b	2	1	3	5	0	1	0	5	1
	c	3	4	10	12	14	8	0	14	7
	c-d	2	3	1	0	0	1	0	1	0
	d	1	4	18	27	24	10	0	18	0
	d-e	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	e	0	1	1	1	5	1	0	0	1
	e-f	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	f	0	1	0	1	0	1	2	0	0
	g	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	h	1	2	6	8	16	4	0	5	2
	h-i	0	0	0	0	0	0	0	0	0
i	0	0	0	1	0	0	0	0	0	

		drainageklasse in meetlocaties								
		a	b	c	d	e	f	g	h	i
drainageklasse op de kaart	a	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	a-d	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	b	0.9%	0.4%	1.3%	2.2%	0.0%	0.4%	0.0%	2.2%	0.4%
	c	1.0%	1.4%	3.5%	4.1%	4.8%	2.8%	0.0%	4.8%	2.4%
	c-d	0.9%	1.4%	0.5%	0.0%	0.0%	0.5%	0.0%	0.5%	0.0%
	d	0.4%	1.6%	7.2%	10.9%	9.7%	4.0%	0.0%	7.2%	0.0%
	d-e	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	e	0.0%	0.7%	0.7%	0.7%	3.3%	0.7%	0.0%	0.0%	0.7%
	e-f	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	f	0.0%	0.3%	0.0%	0.3%	0.0%	0.3%	0.6%	0.0%	0.0%
	g	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	h	0.3%	0.6%	1.9%	2.6%	5.2%	1.3%	0.0%	1.6%	0.6%
	h-i	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
i	0.0%	0.0%	0.0%	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	

Tabel 52 GHG- en GLG-verschuivingen in Ecoregio van de westelijke interfluvia

Drainageklasse op kaart	ME_{GHG} (cm)	ME_{GLG} (cm)	MAE_{GHG} (cm)	MAE_{GLG} (cm)	n	Areaal (ha)
b	-40.05	-1.46	45.93	1.46	18	10 130
c	-20.63	-7.32	36.37	7.32	72	31 927
c-d	35.43	-5.10	39.67	5.10	8	4 676
d	0.25	-6.32	11.94	6.32	102	52 685
e	1.76	27.31	1.76	35.19	10	8 435
f	10.75	32.53	10.75	36.70	5	1 928
h	20.20	-12.07	22.93	12.07	44	18 264
i	44.15	0.00	44.15	0.00	1	273

5.2.8. Ecoregio van de zuidwestelijke heuvelzone

Het algemene beeld (Tabel 38) is een sterk nattere situatie ten opzichte van de huidige drainageklassenkaart. De kruistabel (Tabel 53) en de verschuivingstabel (Tabel 54) geven aan dat dit voornamelijk wordt veroorzaakt door zeer sterk nattere GHG's in drainageklassen b, c en in minder mate d, gepaard aan een (minder extreem) nattere GLG. In meer dan de helft van het areaal is de verschuiving 2 klassen of meer. De drainageklassenkaarten in deze regio zijn van matige kwaliteit. Mogelijk is dit toe te schrijven aan problemen met de duiding van roestvlekking tijdens de kartering. Roestvlekken kunnen in gebieden met ondiep tertiair sterk toenemen in de glauconiet-houdende laag, wat niet noodzakelijk samenvalt met een hoogste watertafel (die ook ondieper kan zijn). Zowel de kaartzuiverheid als de MAE_{GHG} per drainageklasse geven aan dat in deze gehele ecoregio met een actualisatie een betere kaart kan worden verkregen.

Tabel 53 Kruistabellen met aantal puntlocaties (boven) en oppervlaktepercentage (onder) per gemeten - en kaart-drainageklasse in Ecoregio van de zuidwestelijke heuvelzone.

		drainageklasse in meetlokaties								
		a	b	c	d	e	f	g	h	i
drainageklasse op de kaart	a	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	a-d	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	b	0	3	1	2	6	3	0	4	0
	c	0	2	2	6	6	3	1	12	2
	c-d	0	0	0	2	1	0	0	0	0
	d	0	2	9	7	16	8	0	10	4
	d-e	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	e	0	3	7	2	7	1	0	1	1
	e-f	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	f	0	1	8	1	4	5	1	0	0
	g	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h	0	0	1	1	5	1	0	1	0	
h-i	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
i	0	0	0	0	1	0	0	0	0	

		drainageklasse in meetlokaties								
		a	b	c	d	e	f	g	h	i
drainageklasse op de kaart	a	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	a-d	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	b	0.0%	6.4%	2.1%	4.3%	12.8%	6.4%	0.0%	8.5%	0.0%
	c	0.0%	1.4%	1.4%	4.1%	4.1%	2.1%	0.7%	8.3%	1.4%
	c-d	0.0%	0.0%	0.0%	2.8%	1.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	d	0.0%	0.7%	3.0%	2.3%	5.4%	2.7%	0.0%	3.4%	1.3%
	d-e	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	e	0.0%	0.7%	1.6%	0.5%	1.6%	0.2%	0.0%	0.2%	0.2%
	e-f	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	f	0.0%	0.1%	1.1%	0.1%	0.6%	0.7%	0.1%	0.0%	0.0%
	g	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
h	0.0%	0.0%	0.6%	0.6%	2.8%	0.6%	0.0%	0.6%	0.0%	
h-i	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	
i	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	

Tabel 54 GHG- en GLG-verschuivingen in Ecoregio van de zuidwestelijke heuvelzone

Drainageklasse op kaart	ME _{GHG} (cm)	ME _{GLG} (cm)	MAE _{GHG} (cm)	MAE _{GLG} (cm)	n	Areaal (ha)
b	-58.89	-13.94	58.89	13.94	19	45 036
c	-30.18	-9.23	36.89	9.23	34	26 069
c-d	0.00	-8.60	0.00	8.60	3	4 676
d	-6.66	-13.94	17.93	13.94	56	20 868
e	3.04	28.07	3.04	28.62	22	5 604
f	12.22	44.98	12.22	46.25	20	3 177
h	4.16	-19.44	8.74	19.44	9	5 603
i	0.00	-39.11	0.00	39.11	1	107

5.2.9. Ecoregio's van de zuidoostelijke heuvelzone en krijt-leemgebieden

Het algemene beeld (Tabel 38) is een vrijwel gelijke situatie als weergegeven in de huidige drainageklassenkaart. De kruistabel (Tabel 55) en de verschuivingstabel (Tabel 56) geven aan dat dit voornamelijk wordt veroorzaakt door een passende GHG in de (dominante) drainageklasse b. De kaarten zijn van vrij goede kwaliteit: in bijna de helft van het areaal is de kaart vermoedelijk correct, en in meer dan 70% is de verschuiving maximaal 1 klasse. Het is, gezien de haalbare kwaliteit bij actualisatie, niet zeker of in deze ecoregio met een actualisatie een betere kaart kan worden verkregen.

Tabel 55 Kruistabellen met aantal puntlocaties (boven) en oppervlaktepercentage (onder) per gemeten - en kaart-drainageklasse in Ecoregio's van de zuidoostelijke heuvelzone en krijt-leemgebieden

		drainageklasse in meetlocaties								
		a	b	c	d	e	f	g	h	i
drainageklasse op de kaart	a	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	a-d	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	b	0	3	1	0	0	0	0	0	0
	c	0	1	1	0	1	1	0	0	0
	c-d	0	2	1	1	2	0	0	0	0
	d	0	3	1	2	3	2	1	2	1
	d-e	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	e	0	2	0	1	1	3	0	2	1
	e-f	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	f	0	0	6	4	7	7	3	2	0
	g	0	0	0	0	1	1	0	0	0
	h	0	1	0	2	3	1	0	2	0
	h-i	0	1	1	3	1	3	0	0	0
i	0	0	0	0	0	1	0	1	0	

		drainageklasse in meetlocaties								
		a	b	c	d	e	f	g	h	i
drainageklasse op de kaart	a	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	a-d	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	b	0.0%	62.0%	20.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	c	0.0%	1.1%	1.1%	0.0%	1.1%	1.1%	0.0%	0.0%	0.0%
	c-d	0.0%	1.5%	0.8%	0.8%	1.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	d	0.0%	0.5%	0.2%	0.4%	0.5%	0.4%	0.2%	0.4%	0.2%
	d-e	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	e	0.0%	0.2%	0.0%	0.1%	0.1%	0.4%	0.0%	0.2%	0.1%
	e-f	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1.1%	0.0%	0.0%	0.0%
	f	0.0%	0.0%	0.3%	0.2%	0.3%	0.3%	0.1%	0.1%	0.0%
	g	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%
	h	0.0%	0.1%	0.0%	0.3%	0.4%	0.1%	0.0%	0.3%	0.0%
	h-i	0.0%	0.1%	0.1%	0.3%	0.1%	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%
i	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	

Tabel 56 GHG- en GLG-verschuivingen in de Ecoregio's van de zuidoostelijke heuvelzone en krijt-leemgebieden

Drainageklasse op kaart	ME _{GHG} (cm)	ME _{GLG} (cm)	MAE _{GHG} (cm)	MAE _{GLG} (cm)	n	Areaal (ha)
b	-0.23	0.00	0.23	0.00	4	48 762
c	51.61	-7.44	115.89	7.44	4	2 585
c-d	13.83	-11.38	21.03	11.38	6	2 661
d	4.52	-19.09	28.49	19.09	15	1 557
e	5.65	33.20	5.65	46.03	10	692
e-f	0.00	0.00	0.00	0.00	1	665
f	3.47	30.40	3.47	34.40	29	768
g	1.86	37.51	1.86	37.51	2	153
h	12.00	-13.10	12.00	13.10	9	677
h-i	21.56	-20.58	21.56	20.58	9	486
i	18.66	-33.93	18.66	33.93	2	9

5.3. Conclusies over het actualisatie-areaal in Vlaanderen

De meeste ecoregio's kennen een licht nattere situatie dan aangegeven op de drainageklassenkaart (met als uitzondering de ecoregio's van de Kempen en van de polders en getijdenschelde). Het is goed mogelijk dat deze nattere situatie niet duidt op een vernattingproces, maar op een systematisch verschil tussen de inschatting van roestvlekken en een gemeten GHG. Van der Sluys (1991, p.173) stelt dat al vast: "*Het gley- en blekingsbeeld stelt de karteerder in staat binnen de fluctuatiezone van de grondwaterstand een herkenbaar referentieniveau vast te stellen. Dit niveau kan samenvallen met het GHG-niveau, maar dit behoeft niet: in figuur 11.12 ligt dit referentieniveau ca. 30 cm onder de GHG*". Ook in dit voorbeeld zou dus met een gemeten GHG een nattere situatie worden vastgesteld (bij gelijkblijvende klassengrenzen van de drainageklassenkaart). De onzekerheid van de schatting van dit referentieniveau op basis van roestvlekken is tenminste een belangrijke verklaring voor het resultaat dat de MAE_{GHG} aanzienlijk groter is dan de MAE_{GLG} .

Ervan uitgaande dat de drainageklassenkaart geïnterpreteerd en toegepast wordt als een combinatie van GHG en GLG, is de kwaliteit van deze kaart matig, gebaseerd op 1684 kwalitatief goede GHG en GLG schattingen in meetreeksen op locaties door heel Vlaanderen.

Er worden 3 evaluatiescenario's nader uitgewerkt.

- A. Op basis van een beslissing per ecoregio wordt gebiedsdekkende actualisatie aanbevolen (met mogelijke uitzondering van de Ecoregio's van de zuidoostelijke heuvelzone en krijt-leemgebieden), omdat zowel
1. de kaartzuiverheid lager is dan die uit actualisatie kan worden verkregen; als
 2. de MAE_{GxG} groter zijn dan die uit actualisatie kunnen worden verkregen.
- Dit zou een areaal van 962 840 hectare betreffen (het areaal van geheel Vlaanderen met een drainageklasse en een textuurklasse, verminderd met de arealen van de Ecoregio's van de zuidoostelijke heuvelzone en krijt-leemgebieden en de niet-onderzochte Ecoregio's van Maas en Krijtgebieden). Deze mogelijkheid van actualisatie wordt verder "**Regionaal streng**" genoemd. Een kaart is opgenomen in Bijlage 9;
- B. Als alleen de ecoregio's worden geactualiseerd waar één of meer van de $MAE_{GxG} > 20$ cm dan is het te actualiseren areaal 764 681 hectare (de onderzochte arealen binnen de Ecoregio's Westelijke interfluvia, Pleistocene riviervalleien, Kempen, Midden-Vlaamse overgangsgebieden, Kustduinen en Zuidwestelijke heuvelzone). Deze mogelijkheid wordt verder "**Regionaal tolerant**" genoemd. Een kaart is opgenomen in Bijlage 9;
- C. Een alternatieve aanpak is de beslissing voor actualisatie te nemen per drainageklasse per regio, waarbij de kritische kwaliteitsgrenzen voor natte drainageklassen scherper zijn gesteld dan voor droge drainageklassen. Een dergelijke oefening kan eenvoudig in een GIS worden gemaakt wanneer de MAE_{GxG} per combinatie ecoregio-drainageklasse als attribuut is opgenomen in de GIS-tabellen. Eén scenario "**Lokaal tolerant**" wordt in Tabel 57 en Tabel 58 uitgewerkt. Dit scenario geeft een te actualiseren areaal van 503 395 hectare. Hierbij dient opgemerkt, dat dit areaal geen aaneengesloten gebied betreft, wat effect kan hebben op de kwaliteit en kosten van een actualisatie. De ecoregio Kempen is wel vrijwel gebiedsdekkend te actualiseren. Ook is de beslissing voor een ecoregio-drainageklasse soms gebaseerd op een klein aantal GxG-waarnemingslocaties (zie kolom "n" in Tabel 58). Een kaart is opgenomen in Bijlage 9.

Tabel 57 Kritische kwaliteitsgrenzen voor MAE_{GxG} per drainageklasse

	Grenswaarde	Grenswaarde
Groep drainageklassen	MAE_{GHG}	MAE_{GLG}
Zeer nat (f,g)	20	20
Nat (e,h,i)	20	40
Droog (a,b,c,d)	40	40

Tabel 58 Resultaten van de evaluatie "scenario lokaal tolerant"

Ecoregio	Drainage-klasse	MAE_{GHG} (cm)	MAE_{GLG} (cm)	n	Areaal (ha)	Beslissing ¹	Hectare
Cuesta's	b	36.6	0.1	8	7 636	Nee	0
Cuesta's	c	18.5	8.7	52	29 546	Nee	0
Cuesta's	d	15.7	8.9	72	44 544	Nee	0
Cuesta's	e	15.6	47.2	8	6 326	Ja	6 326
Cuesta's	e-f	0.0	15.7	1	255	Nee	0

Ecoregio	Drainage-klasse	MAE _{GHG} (cm)	MAE _{GLG} (cm)	n	Areaal (ha)	Beslissing ¹	Hectare
Cuesta's	f	13.6	89.2	2	1 426	Ja	1 426
Cuesta's	h	7.7	18.1	6	5 790	Nee	0
Kempen	a-d	0.0	5.5	7	7 848	Nee	0
Kempen	b	80.9	0.0	13	43 967	Ja	43 967
Kempen	c	48.4	0.0	63	63 854	Ja	63 854
Kempen	c-d	19.7	0.0	2	949	Nee	0
Kempen	d	31.7	2.7	127	89 370	Ja	89 370
Kempen	e	5.5	40.8	151	65 909	Ja	65 909
Kempen	e-f	3.3	34.6	4	1 840	Nee	0
Kempen	f	1.9	23.6	99	21 653	Ja	21 653
Kustduinen	a	42.3	3.0	18	3 268	Ja	3 268
Kustduinen	b	27.5	0.0	3	271	Nee	0
Kustduinen	c	39.1	0.0	1	955	Nee	0
Kustduinen	d	31.4	9.8	8	1 020	Ja	1 020
Midden-Vlaamse Overgangsgebieden	b	41.4	6.8	8	5 906	Ja	5 906
Midden-Vlaamse Overgangsgebieden	c	32.4	23.5	9	10 559	Nee	0
Midden-Vlaamse Overgangsgebieden	c-d	0.0	41.8	1	347	Ja	347
Midden-Vlaamse Overgangsgebieden	d	21.3	11.5	18	20 832	Ja	20 832
Midden-Vlaamse Overgangsgebieden	e	4.0	20.3	12	4 334	Nee	0
Midden-Vlaamse Overgangsgebieden	h	20.6	22.0	6	4 249	Ja	4 249
Pleistocene Riviervalleien	b	50.1	1.3	28	17 526	Ja	17 526
Pleistocene Riviervalleien	c	23.5	6.0	113	54 935	Nee	0
Pleistocene Riviervalleien	d	16.5	10.0	156	78 561	Nee	0
Pleistocene Riviervalleien	e	0.7	26.0	32	18 766	Nee	0
Pleistocene Riviervalleien	e-f	0.0	41.2	3	1 365	Ja	1 365
Pleistocene Riviervalleien	f	21.9	59.5	9	4 792	Ja	4 792
Pleistocene Riviervalleien	g	21.9	49.9	1	739	Ja	739
Pleistocene Riviervalleien	h	3.1	12.4	5	1 412	Nee	0
Polders en getijdenschelde	b	32.0	0.0	2	1 059	Nee	0
Polders en getijdenschelde	c	15.3	0.0	3	2 021	Nee	0
Polders en getijdenschelde	d	21.3	7.4	76	50 930	Ja	50 930
Polders en getijdenschelde	d-e	22.9	0.0	10	8 156	Ja	8 156
Polders en getijdenschelde	e	2.7	33.9	16	20 560	Nee	0
Polders en getijdenschelde	e-f	0.0	39.4	7	389	Nee	0
Polders en getijdenschelde	f	1.3	31.0	5	5 452	Ja	5 452
Polders en getijdenschelde	g	22.1	60.5	4	1 261	Ja	1 261
Westelijke Interfluvia	b	45.9	1.5	18	10 130	Ja	10 130
Westelijke Interfluvia	c	36.4	7.3	72	31 927	Nee	0
Westelijke Interfluvia	c-d	39.7	5.1	8	4 676	Nee	0
Westelijke Interfluvia	d	11.9	6.3	102	52 685	Nee	0
Westelijke Interfluvia	e	1.8	35.2	10	8 435	Nee	0
Westelijke Interfluvia	f	10.8	36.7	5	1 928	Ja	1 928
Westelijke Interfluvia	h	22.9	12.1	44	18 264	Ja	18 264
Westelijke Interfluvia	i	44.2	0.0	1	273	Ja	273
ZW heuvelzone	b	58.9	13.9	19	45 036	Ja	45 036
ZW heuvelzone	c	36.9	9.2	34	26 069	Nee	0
ZW heuvelzone	c-d	0.0	8.6	3	4 676	Nee	0
ZW heuvelzone	d	17.9	13.9	56	20 868	Nee	0
ZW heuvelzone	e	3.0	28.6	22	5 604	Nee	0
ZW heuvelzone	f	12.2	46.3	20	3 177	Ja	3 177
ZW heuvelzone	h	8.7	19.4	9	5 603	Nee	0
ZW heuvelzone	i	0.0	39.1	1	107	Nee	0
ZO heuvelzone en Krijt-leemgebieden	b	0.2	0.0	4	48 762	Nee	0
ZO heuvelzone en Krijt-leemgebieden	c	115.9	7.4	4	2 585	Ja	2 585
ZO heuvelzone en Krijt-leemgebieden	c-d	21.0	11.4	6	2 661	Nee	0
ZO heuvelzone en Krijt-leemgebieden	d	28.5	19.1	15	1 557	Ja	1 557
ZO heuvelzone en Krijt-leemgebieden	e	5.7	46.0	10	692	Ja	692

Ecoregio	Drainage-klasse	MAE _{GHG} (cm)	MAE _{GLG} (cm)	n	Areaal (ha)	Beslissing ¹	Hectare
ZO heuvelzone en Krijt-leemgebieden	e-f	0.0	0.0	1	665	Nee	0
ZO heuvelzone en Krijt-leemgebieden	f	3.5	34.4	29	768	Ja	768
ZO heuvelzone en Krijt-leemgebieden	g	1.9	37.5	2	153	Ja	153
ZO heuvelzone en Krijt-leemgebieden	h	12.0	13.1	9	677	Nee	0
ZO heuvelzone en Krijt-leemgebieden	h-i	21.6	20.6	9	486	Ja	486
ZO heuvelzone en Krijt-leemgebieden	i	18.7	33.9	2	9	Nee	0
Totaal					1 009 047	Totaal	503 395

¹ De tekst in de kolom "Beslissing" bevat het antwoord op de vraag "Actualiseren bij deze grenswaarden van MAE_{GHG}?"

5.4. Kostenschatting

5.4.1. Een aangepaste kostenfunctie

De in hoofdstuk 3.5.3 beschreven kostenfunctie is aangepast naar de Vlaamse situatie om te kunnen inspelen op:

1. Een hogere waarnemingsdichtheid vanwege de gedetailleerdere (1/20 000) kaartschaal;
2. De effecten hiervan op het aantal waarnemingslocaties dat per dag kan worden bezocht (immers, bij een hogere waarnemingsdichtheid neemt de reistijd af).

Daarnaast is de functie geflexibiliseerd, zodat rekening kan worden gehouden met

3. Dagtarieven voor veldwerkers, geostatistisch geschoold personeel en GIS-cartografie experts
- De berekende kosten zijn exclusief BTW.

Dit leidt tot de kostenfunctie in Tabel 59. Wat opvalt, is dat de veldwerkkosten (gerichte opnames) domineren.

Tabel 59 Specificatie kostenfunctie voor actualisatie van drainageklassenkaarten. Percentages geven het relatieve aandeel in de kosten weer gebaseerd op ervaringen in Nederland

Kostencomponent	Berekening (voor betekenis codes zie Tabel 60)	Aandeel in totale kosten (ca.)
Selectie en analyse bruikbare freatische peilbuizen	$Np \cdot EP + (Np/PA) \cdot EG$	3%
Veldbeoordeling bruikbare freatische peilbuizen	$(Np/PP) \cdot EV +$	1%
Bemonsteringsontwerp en voorbereiding veldwerk	$((AA/PS) + ((AA/WD)/PL)) \cdot EG +$	3%
Gerichte opnames (voor GHG en GLG; 2 metingen / locatie)	$(AA/WD) \cdot (BL/PM) + (Np \cdot 2/PP) \cdot EV +$	90%
Vertaling veldmetingen naar GHG en GLG	$(AA/PG) \cdot EG +$	1%
Actualisatie kaart	$(NT/PT) \cdot EK +$	1%
Rapportage en kaartproductie	$((AA \cdot NT)/(HK \cdot PK)) \cdot EK$	1%
	= totale kosten	100%

5.4.2. Toepassing van de aangepaste kostenfunctie

De invoerparameters van de resulterende kostenfunctie zijn gegeven in Tabel 60. De getallen voor Nederland 1999 reproduceren bij invulling in de kostenfunctie de kosten van het project gedocumenteerd in Finke et al., 1996 en Finke, 2000 bij kostenniveau 1999. In de tabel is voor de dagtarieven Vlaanderen geen getal ingevuld. Onder invulling van de tarieven 1999 voor Nederland zijn de tarieven voor gebiedsdekkende actualisatie van Vlaanderen berekend voor de 3 scenario's **Regionaal streng**, **Regionaal tolerant** en **Lokaal tolerant**. De kosten bedragen tussen €5,71 en €5,79 per hectare. Het verschil met het in Nederland in 1999 gehanteerd hectaretarief wordt veroorzaakt door de gedetailleerdere kaartschaal en daarbij behorende hogere waarnemingsdichtheid van 1 waarneming per 10 hectare (wat al lager is dan de waarnemingsdichtheden in de case-studies). Hierdoor neemt ook het aandeel van de veldwerkkosten op de totale kosten nog iets toe, tot ca. 92% in de uitgewerkte voorbeelden. Een grote bron van onzekerheid is het dagtarief veldwerk (EV in Tabel 60). Uiteraard biedt de kostenfunctie de mogelijkheid tot het doorrekenen van scenario's met wisselende arealen en waarnemingsdichtheden. De rekenhulp geïmplementeerd in de spreadsheet *KostenfunctieVlaanderen.xls* kan hiervoor worden gebruikt. Hierbij dient bedacht dat een lagere waarnemingsdichtheid samenhangt met een afnemende kaartkwaliteit.

Tabel 60 Invoerparameters van de kostenfunctie voor actualisatie van drainageklassenkaarten in Vlaanderen toegepast in 3 actualisatiescenario's. Scenario A=Regionaal streng; B=Regionaal tolerant; C=Lokaal tolerant

Invoerparameter in kostenfunctie	herkomst getal	Code	Scenario Vlaanderen			NLD 1999
			A	B	C	
Areaal bodem te actualiseren (ha)	beslisser	AA	962 840	764 681	503 395	76 762
Aantal kaartthema's (drainageklasse, GHG, ...)	beslisser	NT		1		1

Invoerparameter in kostenfunctie	herkomst getal	Code	Scenario Vlaanderen			NLD 1999
			A	B	C	
Waarnemingsdichtheid (ha bodem/locatie)	beslisser	WD	20			101
Aantal bezoeken per locatie	expert	BL	4			4
Dagen rapportage	expert	DR	5			5
Tarief opvraag peilbuisgegevens (€/peilbuis)	expert	EP	€ 0			€ 50
Aantal ha per kaartblad	expert	HK	8 000			50 000
Productie aantal tijdreeksanalyses per dag	expert	PA	50			50
Productie aantal metingen vertaald naar GxG per dag	expert	PG	1 000			1 000
Productie aantal kaartbladen/dag	expert	PK	6			6
Productie loting van puntlocaties (locaties/dag)	expert	PL	1 000			1 000
Productie aantal meetlocaties per dag (per bezoek)	expert	PM	30			23
Productie meting in peilbuizen (aantal per dag)	expert	PP	25			20
Productie stratificatie (ha/dag)	expert	PS	10 000			40 000
Productie aantal kaartthema's per dag	expert	PT	1			1
Aantal peilbuizen binnen dit areaal	functie van areaal	Np	1 593	1 265 ¹	833 ¹	40
Dagtarief geostatistisch geschoold personeel (€/dag)	uitvoerder	EG	€ 1 421			
Dagtarief kaartproductie incl werking	uitvoerder	EK	€ 1 084			
Dagtarief rapportage incl werking	uitvoerder	ER	€ 1 084			
Dagtarief veldwerk incl km vergoeding	uitvoerder	EV	€ 780			
Kosten bij toepassing tarieven NLD 1999²			k€ 5 498	k€ 4 427	k€ 2 915	k€ 119
Netto tarief per hectare			€ 5.71	€ 5.79	€ 5.79	€ 1.55

¹ geschat aantal op basis van Tabel 36; ² 1 k€ = 1000 €

5.5. Besluit

De verschillen tussen GHG en GLG berekend op puntlocaties en de GHG- en GLG-trajecten die kunnen worden afgeleid uit drainageklassenkaarten zijn aanzienlijk. In 23% van het areaal waarvan de drainageklasse in het verleden is gekarteerd, stemt deze kaart overeen met de metingen. In iets meer dan de helft van het areaal is de afwijking 1 drainageklasse of minder. De verschillen in actualiteitswaarde tussen ecoregio's zijn groot, en zijn voor een deel verklaarbaar uit de manier waarop de drainageklasse in het verleden werd gekarteerd (met morfologische profielkenmerken). Dit leidt in verschillende ecoregio's tot de conclusie dat de gemeten GxG een nattere situatie weergeven dan de drainageklassenkaarten suggereren indien deze in termen van GxG worden geïnterpreteerd. In een aantal ecoregio's (Kempen en Polders-Getijdenschelde) is de gemeten GxG echter droger dan wat de kaart weergeeft.

Uitgaande van de wens dat de drainageklassenkaart de fluctuatie in GxG accuraat dient weer te geven, en de haalbare kwaliteit van een actualisatie in proefgebieden, zijn 3 scenario's opgesteld. Deze scenario's schatten het te actualiseren areaal in en geven tevens een kostenschatting van deze actualisatie.

Scenario "regionaal streng" richt zich op het actualiseren van gehele ecodistricten die kwalitatief verbeterbaar (grenswaarde is de realiseerbare kwaliteit bij een herkartering) op de kaart staan, en besluit tot het actualiseren van 962 840 hectare tegen een geschatte kost van k€ 5 498.

Scenario "regionaal tolerant" richt zich eveneens op het actualiseren van gehele ecodistricten maar alleen als de GxG-fouten een grenswaarde van 20 cm overschrijden. Het besluit is dan 764 681 hectare te actualiseren tegen een geschatte kost van k€ 4 427.

Scenario "lokaal tolerant" richt zich op het actualiseren van gebieden binnen elke ecoregio met een drainageklasse die kwalitatief onvoldoende op de kaart staat, waarbij de maximale getolereerde fout bij "natte" drainageklassen kleiner is (20 cm) dan bij droge drainageklassen (40 cm). Het besluit is dan 503 395 hectare te actualiseren tegen een geschatte kost van k€ 2 915.

Kritische succesfactoren bij een grootschalige actualisatie zijn:

1. Het mobiliseren van voldoende personeel om tijdens korte en intensieve veldcampagnes grondwatertafels te meten. Meer algemeen kan worden gesteld dat de uitvoerder van een actualisatie over een ruime personele infrastructuur dient te beschikken om binnen de budgettaire en temporele planning te blijven;
2. Toegang tot de buizen van het diverse meetnetten, vooral het freatisch (MAP2-)meetnet. Welwillende medewerking van de Vlaamse Milieu Maatschappij in de gevalsstudies maakte de kartering mogelijk, maar tegen een aanzienlijke inzet van VMM-personeel;
3. De weerssituatie tijdens de veldcampagnes. Een droog of juist zeer nat seizoen wanneer de verwachting en planning van campagne het tegenovergestelde veronderstelt, heeft een negatief effect op de kwaliteit van de metingen en de GxG-schattingen en kan leiden tot vertragingen en budgetoverschrijdingen.

6. BEVRAGING WALLONIË BETREFFENDE ACTUALISATIE DRAINAGEKLASSEN BODEMKAARTEN WAALS GEWEST

6.1. Inleiding

Een vragenlijst betreffende een mogelijke actualisatie van de drainageklassen van de bodemkaart van het Waals Gewest werd op 18/02/2010 per mail doorgestuurd (later nog 2 rappels, respectievelijk op 10/03 en 12/04/2010) naar volgende personen (bodemkundigen of administratie Waals Gewest, verantwoordelijk voor de verspreiding van de digitale bodemkaart van Wallonië):

- J. Bogaert, ULB
- M. Visser, ULB
- P. Engels, ULg
- L. Bock, ULg (Gembloux)
- G. Colinet (Gembloux)
- M. Vanclooster, UCL
- B. van Wesemael, UCL
- A. Mokadem, Waals Gewest (DGO Agriculture, Ressources Naturelles et Environnement)

Antwoorden werden ontvangen van volgende personen:

- J. Bogaert, ULB
- M. Vanclooster, UCL
- B. van Wesemael, UCL
- C. Bielders, UCL
- H. Cordonnier, Waals Gewest (ipv A. Mokadem)
- X. Legrain (ULg, dienst L. Bock).

Haast alle bevrageden verwezen ons door naar Gembloux, dienst van L. Bock, waar een studie over de actualisatie recentelijk werd uitgevoerd door X. Legrain en P. Demarcin.

De doorgestuurde vragenlijst werd uiteindelijk beantwoord door slechts 2 bevrageden, i.e. B. van Wesemael en X. Legrain. X. Legrain bezorgde ons tevens het eindverslag van de studie rond de actualisatie van de drainageklassen van de bodemkaart van het Waals Gewest³.

6.2. Bespreking

Het is moeilijk conclusies te trekken uit de bevraging, gezien de heel beperkte respons vanuit het werkveld. In Wallonië wordt, net als in Vlaanderen, wegens gebrek aan recente gegevens de bestaande bodemdrainageklassen van de bodemkaarten gebruikt in onderzoek, bijvoorbeeld voor het modelleren van de ruimtelijke spreiding van organische koolstof in bodems onder landbouw in Wallonië (UCL). De bodemkaarten van het Waals Gewest zijn slechts sinds enkele jaren in digitale vorm beschikbaar. Net zoals in Vlaanderen blijkt er ook nood aan een actualisatie van de bodemdrainageklassen. Volgens de UCL (B. van Wesemael) is er vooral nood aan een actualisatie van de drainageklassen in de valleigronden en de bodems van de Ardense hoogvlaktes, waar de grondwatertafel op vrij geringe diepte aanwezig kan zijn. Veel plaatsen in Wallonië zijn echter heel heuvelachtig en diep ingesneden, meestal met een diepe grondwatertafel. Hier is dus minder nood aan een actualisatie.

In opdracht van het Waals Gewest, i.e. de 'Direction du Développement Rural' (verantwoordelijke Mr. A. Mokadem), die tevens instond voor de digitale verwerking van de bodemkaarten, heeft de Vakgroep Bodemkunde – Gembloux (ULg) reeds een eerste actualisatie van de drainageklassen uitgevoerd (2007-2009). De actualisatie betreft voornamelijk (1) de drainageklassen 'd' en 'D'; (2) de evolutie van de roestvlekken met de diepte; (3) de vorm en het voorkomen van de vlekken; (4) het voorkomen, de morfologie, de oorsprong (periglaciaal?), de functie van 'tongen' in de bodem. Het onderzoek werd uitgevoerd op basis van boringen in enkele testgebieden, en op basis van een revisie van de destijds uitgevoerde observaties. Boringen tot 125 cm werden vooral uitgevoerd op bodems

³ P. DEMARCIN et X. LEGRAIN, 2009. Mise en oeuvre de la phase «révision partielle» du Projet de Cartographie Numérique des Sols de Wallonie (PCNSW). Rapport final d'activités. Université de Liège – Gembloux Agro-Bio Tech, Unité Sol – Ecologie – Territoire, Laboratoire de Géopédologie. Promoteur du projet : L. Bock.

met drainageklasse 'd' of 'D', matig diepe stenige bodems of bodems onderhevig aan intense erosie ('*sols décapés*'). Boringen werden uitgevoerd meestal in een grid van 50*50 m, de dichtheid was afhankelijk van de complexiteit van het gebied op basis van de geologie, de bodem, het landschap.

Voor wat betreft de roestvlekken werd vooral gekeken naar de kleur, %, grootte, contrast met de matrix. De actualisatie is dus vooral gesteund op morfologische kenmerken, en niet op een veranderde grondwatertafel tengevolge van irrigatie of drainage. In een eerste fase is een actualisatie voorzien van landbouwgronden. Deze actualisatie betreft voornamelijk een betere definitie van de bestaande drainageklassen. Prioriteit wordt gegeven aan de klassen 'd' en 'D', gezien de hydrologische beperking voor de gewassen op dergelijke bodems. Deze bodems situeren zich vooral in de Henegouwse leemstreek ('*Région Limoneuse Hennuyère*') en in Vochtig Haspengouw ('*Hesbaye humide*'), met respectievelijk weinig doorlatende tertiaire klei en Siluur schisten in de ondergrond. In Droog Haspengouw ('*Hesbaye sèche*') bestaat de ondergrond vooral uit krijt, lokaal heel rijk aan silex. Tijdens het veldonderzoek werden de drainageklassen c, h en i ook in beschouwing genomen. De beter gedraineerde bodems hebben geen beperkingen voor de gewassen; de slechter gedraineerde bodems hebben doorgaans een ander bodemgebruik (grasland, bos).

De geselecteerde testgebieden in het kader van de actualisatie zijn:

- Meux, gelegen in de gemeente La Bruyère (provincie Namen), oppervlakte 270 ha, vooral bestaande uit matig gedraineerde bodems ('d'). 300 boringen in een grid van 50*50 m werden uitgevoerd. Testgebied voor het op punt stellen van de te gebruiken methodologie in de andere testgebieden.
- Neufvilles, gelegen tussen Jurbise en Soignies (provincie Henegouwen), oppervlakte 270 ha, vooral bestaande uit matig gedraineerde bodems ('D'), > 1400 boringen in grid van 50*50 m. Hier werd vooral de drainageklasse gecontroleerd op basis van de diepte en morfologische kenmerken van de roestvlekken.
- Ligney (gemeente Geer) en Fexhe (gemeenten Fexhe-Le-Haut-Clocher), respectievelijk 234 en 208 ha. Beide gemeenten liggen in de provincie Luik in een heuvelachtig gebied en een groot gedeelte van de bodems is onderhevig aan erosie. Een 300-tal boringen werd uitgevoerd om de invloed van de bodemerosie of het kaartsymbool na te gaan.

De testgebieden situeren zich dus allen in de leemstreek. Voor wat de drainageklasse betreft (Neufvilles) werden op basis van de morfologie op bepaalde plaatsen duidelijke verschillen waargenomen tussen de actuele observaties en de symbolen van de bodemkaart. De dichtheid van de observaties lag wel hoger dan deze van tijdens de bodemkartering. De invloed van erosie op het bodemprofiel werd waargenomen in het 3^{de} testgebied, dit manifesteerde zich duidelijk in veranderingen t.o.v. de diepte van de 'ergeron', het moedermateriaal van de leemgronden.

6.3. Besluit

Weinig is reeds gebeurd in Wallonië rond de actualisatie van de bodemdrainageklassen van de Waalse bodemkaarten. Een methologie werd opgesteld voor deze actualisatie, maar beperkte zich tot de morfologische kenmerken van de roestvlekken. De methode werd uitgetest in de Henegouwse leemstreek (Neufvilles), vooral op bodems met drainageklasse 'd' en 'D'. Op bepaalde plaatsen werden verschillen met de symbolen op de bodemkaart waargenomen. In de actualisatie werd geen rekening gehouden met de effecten van artificiële drainage en waterwinning op de hydromorfologische kenmerken van de bodem. Een gelijkaardige studie als deze in Vlaanderen gesteund op metingen op verschillende tijdstippen van de grondwatertafel werd dus nog niet uitgevoerd in Wallonië.

7. SAMENVATTING EN BESLUIT

Op vraag van de Vlaamse overheid is onderzoek verricht naar de mate waarin de drainageklassenkaart zijn actualiteitswaarde heeft verloren en hoe deze geactualiseerd zou kunnen worden. Hierbij was aandacht voor de manier waarop aan veranderende gebruiksbehoefte tegemoetgekomen. Meer specifiek beoogde het project de realisatie van de volgende doelstellingen:

1. Het nagaan van de noden van een gebruikersgroep van de huidige drainageklassenkaart zodat criteria ten aanzien van kwaliteit, gebruikswaarde, te karteren parameters, etc. kunnen worden vastgesteld;
2. De evaluatie van mogelijke methoden voor de actualisatie van drainageklassenkaarten tegen het licht van de Vlaamse situatie ten aanzien van beschikbare data, de noden van de gebruikers en kosten- en kwaliteitsaspecten van de betreffende methoden;
3. De selectie van (een) geschikte methode(n) en evalueren van die methode(n) in een aantal case studies in Vlaanderen, gebruikmakend van reeds uitgevoerde case studies waar mogelijk en van validatiewaarnemingen;
4. Het formuleren en uitvoeren van een methode om de noodzaak tot actualisering gebiedsdekkend vast te stellen;
5. Het schatten van de kostprijs en benoemen van kritische succesfactoren van een actualisatie in actualiseringsbehoefte gebieden in Vlaanderen en inventariseren van de activiteiten op dit gebied in Wallonië.

Bevraging van een gebruikersgroep van 94 personen leverde 34 ingevulde enquêtes op. Deze gebruikers noemden als 3 belangrijkste beperkingen (i) het niet actueel zijn van de drainageklassenkaart; (ii) het ontbreken van een kwantitatieve karteerbare variabele die de grondwaterdynamiek beschrijft en (iii) te weinig detail. Hierbij bleek de nood aan een drainageklassenkaart van de kustvlakte, en werden vooral de Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG) en Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG) gevraagd als te karteren parameters.

Met een bureaustudie werden 11 actualisatiemethoden geïdentificeerd, en werden deze methoden vergeleken naar de kwaliteit van de resulterende kaart en de bij kartering gemaakte kosten. Twee methoden bleken het meest perspectiefvol in de Vlaamse situatie: een methode die binnen groepen kaartvlakken met dezelfde drainageklasse met een steekproef de drainageklasse opnieuw vaststelt ("methode E") en een methode waarbij de GHG, GLG en drainageklasse opnieuw worden gekarteerd met geostatistische methoden ("methode J"). Deze twee methoden zijn in 3 gevalsstudies in Vlaanderen onderzocht. Na vergelijking van de kaartkwaliteit van beide methoden met een onafhankelijke steekproef werd geconcludeerd dat de herkartering beter presteerde dan de herclassificatie van groepen kaartvlakken en ook aan de wensen van de gebruikersinventarisatie het best beantwoordde. Er werd een effect van de waarnemingsdichtheid op de kaartkwaliteit vastgesteld, maar om daarvan te profiteren is een hoge waarnemingsdichtheid noodzakelijk van ca. 5 hectare per observatie. Het advies is in eerste instantie een vrij lage waarnemingsdichtheid van 20 hectare per observatie te hanteren, en na evaluatie van de resultaatkaarten lokaal (per stratum) te beslissen of waarnemingen moeten worden bijgeplaatst en de kaarten aangepast. Hierbij kunnen de kaarten van de sd-GxG (die de kwaliteit van de GxG-kaarten weergeven) worden gebruikt om minder goed gekarteerde gebieden aan te duiden. Kritische succesfactoren bij een actualisatie zijn een ruime "pool" aan veldpersoneel, gunstige weerscondities en ontsluiting van het freatisch meetnet voor grondwatertafelmetingen buiten de reguliere campagnes van de Vlaamse Milieu Maatschappij.

Na tijdreeksanalyse van een groot aantal freatische peilbuizen zijn de bestaande drainageklassenkaarten geëvalueerd op hun actualiteitswaarde. Op 1684 locaties werd de GHG en GLG vergeleken met de GHG- en GLG-trajecten voorspeld met de drainageklassenkaart. Conclusie was, dat in 23% van het Vlaamse areaal de drainageklassenkaart de actuele GHG en GLG weerspiegelt. In een groot areaal echter zijn er –soms aanzienlijke- verschillen.

Uitgaande van de wens dat de drainageklassenkaart de fluctuatie in GxG accuraat dient weer te geven, en de haalbare kwaliteit van een actualisatie in de drie proefgebieden, zijn 3 scenario's opgesteld. Deze scenario's schatten het te actualiseren areaal in en geven tevens een kostschatting van deze actualisatie.

Scenario "regionaal streng" richt zich op het actualiseren van gehele ecodistricten die kwalitatief verbeterbaar (grenswaarde is de realiseerbare kwaliteit bij een herkartering) op de kaart staan, en leidt tot het actualiseren van 1 026 932 hectare tegen een geschatte kost van k€ 5 498.

Scenario “regionaal tolerant” richt zich eveneens op het actualiseren van gehele ecodistricten maar alleen als de GxG-fouten een grenswaarde van 20 cm overschrijden. Dit zou leiden tot de actualisatie van 764 681 hectare tegen een geschatte kost van k€ 4 427.

Scenario “lokaal tolerant” richt zich op het actualiseren van gebieden binnen elke ecoregio met een drainageklasse die kwalitatief onvoldoende op de kaart staat, waarbij de maximale getolereerde fout bij “natte” drainageklassen kleiner is (20 cm) dan bij droge drainageklassen (40 cm). In dit geval zou 503 395 hectare te actualiseren zijn, tegen een geschatte kost van k€ 2 915.

In Wallonië is de actualisatie van drainageklassenkaarten onderzocht in enkele kleine gebiedjes. De aanpak verschilt sterk van die in Vlaanderen, en richt zich op het verfijnen van de morfologische klassificatie en het onderzoeken van het effect van waarnemingsdichtheid op de aard en kwaliteit van de resultaatkaart. Een belangrijk verschil is dat er in Wallonië geen expliciete relatie wordt gelegd met GHG en GLG, en dat het veldwerk in Wallonië door haar morfologische karakter specialistenwerk is, terwijl de grondwatermetingen in de Vlaamse methoden geen specialisme van de uitvoerders vereist.

REFERENTIES

- Bierkens, M.F.P. and M. Knotters. 1999. Calibration of transfer function-noise models to sparsely or irregularly observed time series. *Water Resources Research* 35, 1741-1750.
- Bierkens, M.F.P. en T. Hoogland. 2002. Actualisatie van de Grondwaterdynamiek. Volledige herkartering of beperkte actualisatie? Alterra-rapport 602. Wageningen.
- Bles, B.J., R. Visschers, G.G.L. Steur en W. Heijink. 1983. Bodemkaart van Nederland 1:50.000: toelichting bij de herziene uitgave van blad 50 West Tilburg. Stiboka, Wageningen.
- Bles, B.J., P. Harbers, R. Visschers, G.G.L. Steur en W. Heijink. 1984. Bodemkaart van Nederland 1:50.000: toelichting bij de herziene uitgave van blad 45 West 's-Hertogenbosch. Stiboka, Wageningen.
- Boehner J., Koethe, R. , Conrad, O. , Gross, J. , Ringeler, A., Selige, T., 2002. Soil Regionalisation by Means of Terrain Analysis and Process Parameterisation. In: Micheli, E., Nachtergaele, F., Montanarella, L. (eds.), *Soil Classification 2001*. European Soil Bureau, Research Report No. 7, EUR 20398 EN, Luxembourg. pp.213-222.
- Cohen, A.C. 1991. Truncated and censored samples: theory and applications. Dekker Inc., New York.
- De Bakker, H. 1973. Hydromorphic soils in the system of soil classification for the Netherlands. In: Pseudogley and Gley, Transactions of Commissions V and VI, Int. Soc. Soil Sci. Stuttgart 1971: 404-412.
- Domburg, P., J.J. De Gruijter and D.J. Brus. 1994. A structured approach to designing soil survey schemes with prediction of sampling error from variograms. *Geoderma* 62: 151-164.
- Finke, P.A. 2000. Updating groundwater table class maps 1:50,000 by statistical methods: an analysis of quality versus cost. *Geoderma* 97: 329-350.
- Finke, P.A. 2007. Quality assessment of digital soil maps: producers and users perspectives. P.523-541 in: Philippe Lagacherie, Alex. McBratney, Marc Voltz (Eds) 2007 *Digital Soil Mapping: An Introductory Perspective*. Developments in Soil Science 31, Elsevier, Amsterdam. ISBN: 0-444-52958-6.
- Finke, P.A., D.J. Groot Obbink en A.F. van Holst. 1994. Methode voor de bepaling van de prioriteitsvolgorde van Gt-actualisatie. SC-rapport 322. DLO-Staring Centrum, Wageningen.
- Finke, P.A., D.J. Groot Obbink en A.F. van Holst. 1995. Methoden van Gt-actualisatie schaal 1 : 50.000; Een kwantitatieve vergelijking van kwaliteit en kosten. SC-rapport 396. DLO-Staring Centrum, Wageningen.
- Finke, P.A., D.J. Groot Obbink, H. Rosing en F. de Vries. 1996. Actualisatie Gt-kaarten 1:50.000 Drents deel kaartbladen 16 Oost (Steenwijk) en 17 West (Emmen). SC-rapport 439. DLO-Staring Centrum, Wageningen.
- Finke, P.A., D.J.J. Walvoort en F. de Vries. 1998. Prioriteiten voor actualisatie van grondwatertrappenbestanden 1:50 000 in een deel van Pleistoceen-Nederland. SC-Rapport 631. DLO-Staring Centrum, Wageningen.
- Finke, P.A., D.J. Brus, T. Hoogland, J. Oude Voshaar, F. de Vries en D. Walvoort, 1999. Actuele grondwaterinformatie schaal 1:10.000 in de Waterschappen Wold en Wieden en Meppelerdiep. Gebruik van digitale maaiveldhoogten bij de kartering van GHG, GVG en GLG. SC-Rapport 633. DLO-Staring Centrum, Wageningen.
- Finke, P.A., T. Hoogland, M.F.P. Bierkens, D.J. Brus en F. de Vries. 1999. Pilot naar grondwaterkaarten in het Weerijdsgebied. Alterra, Wageningen.
- Finke, P.A., M.F.P. Bierkens, D.J. Brus, J.W.J. van der Gaast, T. Hoogland, M. Knotters, F. de Vries. 2002a. Klimaatsrepresentatieve grondwaterdynamiek in Waterschap De Aa. Alterra-rapport 180. Wageningen.
- Finke, P.A., M.F.P. Bierkens, D.J. Brus, J.W.J. van der Gaast, T. Hoogland, M. Knotters, F. de Vries. 2002b. Klimaatsrepresentatieve grondwaterdynamiek in Waterschap De Dommel. Alterra-rapport 381. Wageningen.
- Finke, P.A., M.F.P. Bierkens, D.J. Brus, J.W.J. van der Gaast, T. Hoogland, M. Knotters, F. de Vries. 2002c. Klimaatsrepresentatieve grondwaterdynamiek in Waterschap De Maaskant. Alterra-rapport 382. Wageningen.
- Finke, P.A., M.F.P. Bierkens, D.J. Brus, J.W.J. van der Gaast, T. Hoogland, M. Knotters, F. de Vries. 2002d. Klimaatsrepresentatieve grondwaterdynamiek in Waterschap Peel en Maasvallei. Alterra-rapport 383. Wageningen.
- Finke, P.A., M.F.P. Bierkens, D.J. Brus, J.W.J. van der Gaast, T. Hoogland, M. Knotters, F. de Vries. 2002e. Klimaatsrepresentatieve grondwaterdynamiek in Waterschap De Dongestroom . Alterra-rapport 384. Wageningen.

- Finke, P.A., M.F.P. Bierkens, D.J. Brus, J.W.J. van der Gaast, T. Hoogland, M. Knotters, F. de Vries. 2002f. Klimaatsrepresentatieve grondwaterdynamiek in Waterschap Land van Nassau. Alterra-rapport 385. Wageningen.
- Finke, P.A., M.F.P. Bierkens, D.J. Brus, J.W.J. van der Gaast, T. Hoogland, M. Knotters, F. de Vries. 2002g. Klimaatsrepresentatieve grondwaterdynamiek in Waterschap Het Scheldekwartier. Alterra-rapport 386. Wageningen.
- Finke, P.A., M.F.P. Bierkens, D.J. Brus, J.W.J. van der Gaast, T. Hoogland, M. Knotters, F. de Vries. 2002h. Klimaatsrepresentatieve grondwaterdynamiek in Waterschap Mark en Weerij. Alterra-rapport 387. Wageningen.
- Finke, P.A., M.F.P. Bierkens, D.J. Brus, J.W.J. van der Gaast, T. Hoogland, M. Knotters, F. de Vries. 2002i. Klimaatsrepresentatieve grondwaterdynamiek in Waterschap Alm en Biesbosch. Alterra-rapport 388. Wageningen.
- Finke, P.A., D.J. Brus, M.F.P. Bierkens, T. Hoogland, M. Knotters, F. de Vries. 2004. Mapping ground water dynamics using multiple sources of exhaustive high resolution data. *Geoderma* 123: 23-39.
- Hamming, C., G.G.L. Steur en W. Heijink. 1983. Bodemkaart van Nederland 1:50.000: toelichting bij de herziene uitgave van blad 27 Oost Heerde. Stiboka, Wageningen.
- Hoogland, T., Finke, P.A. en F. de Vries. 2003. Actualisatie grondwatertrappenkaart Waterschap Rijn en IJssel. Alterra-rapport 126. Wageningen.
- Hoogland, T., M.R. Hoogerwerf en A.J. Van Kekem. 2004a. Actualisatie grondwatertrappenkaart Waterschap De Dommel. Alterra-rapport 1008. Wageningen.
- Hoogland, T., D.J. Brus, G.B.M. Heuvelink en M. Knotters. 2004b. Hoe de kartering van de grondwaterstand (nog) beter kan. Alterra-rapport 1032. Wageningen.
- Hoogland T., G.B.M. Heuvelink, J.W.J. van der Gaast, A.A. Veldhuizen & D.J.J. Walvoort. 2006. Data-assimilatie voor kartering van de grondwaterstandsdynamiek. Alterra-rapport 1384.
- Hoogland, T., M. Pleijter & D.J. Brus. 2007. Validatie van kaarten van de grondwaterdynamiek in de Graafschap; Vergroten aanvullende metingen de kwaliteit van de kaart? Alterra-rapport 1426. Wageningen.
- Knotters, M. en M.F.P. Bierkens. 2000. Tijdreeksmodellen voor de grondwaterstand. Een kijkje in de black box; in: *Stromingen*, jrg 5, nr 3, pag 35-49.
- Knotters, M., J.B.F. Van der Horst en T. Hoogland. 2005. De grondwaterdynamiek in het waterschap Velt en Vecht. Alterra-rapport 1189. Wageningen.
- Locher, W.P. en H. De Bakker. 1991. Bodemkunde van Nederland Deel 1, Algemene bodemkunde. Tweede druk. Malmberg Den Bosch.
- Tavernier R. et R. Maréchal. 1972. Carte des Associations des Sols 1/500.000. Atlas de la Belgique, feuilles 11A et 11B. Bruxelles, Belgique.
- Mallows, C.L. 1966. Choosing a Subset Regression. *Joint Statistical Meetings*, Los Angeles.
- Markovsky I, and S. Van Huffel. 2007. Overview of total least-squares methods. *Signal Processing* 87(10): 2283-2302. doi:10.1016/j.sigpro.2007.04.004.
- Minasny, B. and A.B. McBratney. 2006. Latin hypercube sampling as a tool for digital soil mapping. In: Lagacherie, P., A.B. McBratney and M. Voltz (eds). *Digital Soil Mapping. An Introductory Perspective. Developments in soil science* vol. 31. Elsevier, Amsterdam.
- Minasny, B. and A.B. McBratney. 2006. A conditioned Latin hypercube method for sampling in the presence of ancillary information. *Computers and Geosciences* 32 (9): 1378-1388.
- Moore, I.D., Gessler, P.E., Nielsen, G.A., Peterson, G.A., 1993. Soil Attribute Prediction Using Terrain Analysis. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 57:443-452.
- Oude Voshaar, J. and Stolp, J., 1997. Schatting van GHG en GLG van tijdelijke peilbuizen met korte meetreeksen. Technical Document 30, Winand Staring Centre for Integrated Land, Soil and Water Research, Wageningen.
- Pebesma, E. en C. Wesseling. 1998. Gstat, a program for geostatistical modelling, prediction and simulation. *Computers and Geosciences* 24 (1): 17-31. <http://www.gstat.org>
- Sevenant M., Menschaert J., Couvreur M., Ronse A., Heyn M., Janssen J., Antrop, M., Geypens M., Hermy M. & De Blust G. 2002. Ecodistricten: Ruimtelijke eenheden voor gebiedsgericht milieubeleid in Vlaanderen. Studieopdracht in het kader van actie 134 van het Vlaams Milieubeleidsplan 1997-2001. In opdracht van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Administratie Milieu, Natuur, Land- en Waterbeheer.
- Te Riele, W.J.M. en D.J. Brus. 1991. Methoden van gerichte grondwaterstandmetingen voor het schatten van de GHG. Rapport 158, DLO-Staring Centrum, Wageningen.

- Te Riele, W.J.M. en D.J. Brus. 1996. Actualisatie van de grondwatertrappenkaart van het Land van Cuijk met een gestratificeerde tweefasensteekproef en regressieschatters. Rapport 441, DLO-Staring Centrum, Wageningen.
- Van Damme, J. and De Leenheer, L. 1969. Variations du niveau de la nappe phréatique au cours de cinq années (1963-1968) dans les sols de la Campine anversoise (province d'Anvers-Belgique). *Pedologie* 19(3) : 275-320.
- Van der Sluys, P. 1991. Hoofdstuk 11: Grondwatertrappen. In: Locher, W.P. en H. De Bakker. 1991. *Bodemkunde van Nederland Deel 1, Algemene bodemkunde*. Tweede druk. Malmberg Den Bosch.
- Van de Wauw, J. and P.A. Finke. 2008. Mapping phreatic groundwater dynamics in the Dijle Valley. Eurosoil 2008.
- Van Kekem, A.J., T. Hoogland en J.B.F. Van der Horst. 2005. Uitspoelingsgevoelige gronden op de kaart. Werkwijze en resultaten. Alterra Rapport 1080. Wageningen.
- Van Ranst, E. en C. Sys. 2000. Eenduidige legende voor de digitale bodemkaart van Vlaanderen (schaal 1:20.000). Laboratorium voor Bodemkunde, Universiteit Gent.
- Vitharana U.W..A, T. Saey, L. Cockx, D. Simpson, H. Vermeersch and M. Van Meirvenne. 2008. Upgrading a 1/20,000 soil map with an apparent electrical conductivity survey. *Geoderma* 148: 107-112.
- Von Asmuth, J.R., M.F.P. Bierkens and C. Maas. 2002. Transfer function noise modeling in continuous time using predefined impulse response functions. *Water Resour. Res.* 38(12): 23.1-23.12.
- Zidan, Y. 2008. Mapping Phreatic Water Tables to Update the Drainage Class Map 1:20,000 in the Scheldt Valley near Gent. Unpublished MSc thesis.

BIJLAGEN

Bijlage 1: Bevravingsformulier

Bevraging 'Nood aan actualisatie bodemdrainageklassenkaarten Vlaanderen'

1. Persoonlijke gegevens

Naam :		
Instelling/afdeling :		
Functie :		
Achtergrond/Opleiding :		
Activiteiten :		
Tel. :		
E-mail :		
Bent u bereid tot een persoonlijk gesprek ter verduidelijking van bepaalde aspecten?	<i>ja</i>	<i>nee</i>
Bent u bereid tot een eventuele vergadering onder gebruikers in hetzelfde domein ter bespreking en evaluatie van de voornaamste beperkingen en ter identificatie van de belangrijkste noden van de drainageklassenkaart voor de activiteiten in dit domein?	<i>ja</i>	<i>nee</i>

2. Huidige en toekomstige toepassingen van de drainageklassenkaarten (korte opsomming)

2.1. Voor welke toepassing(en) gebruikt u de informatie over de drainageklasse die opgenomen is in de bodemkaart?

NB: Indien de huidige kwaliteit van de drainageklassenkaart het gebruik in een toepassing bemoeilijkt of zelfs verhindert, is het verzoek toch de toepassing hieronder te vermelden en de vervolgvragen te beantwoorden.

Nr.	Toepassing (omschrijf kernachtig)	Domein
1	TOEPASSING 1	
2		
3		
4		
5		

Toelichting	
Mogelijke toepassingen zijn bv.: <ul style="list-style-type: none"> ○ Verspreidingsrisico pollutanten ○ Risicostudie voor bodemverdichting ○ Impact verdroging op standplaatsen ○ Nitraatuitspoeling ○ Waardeschatting grond bij ruilverkavelingen ○ Bepalen van irrigatie- of drainagebehoefte ○ Bodemgeschiktheid voor bv. groenteteelt ○ Effecten van grondwaterwinning ... 	in domein : <ul style="list-style-type: none"> → Bodemverontreiniging → Bodemaantasting → Natuur → Vermesting → Ruimtelijke ordening → Land- en tuinbouw → Land- en tuinbouw → Grondwatermodellering → ...

2.2. Voor welke andere toepassing(en) zou u de informatie van een geactualiseerde drainageklassenkaart in de toekomst kunnen gebruiken?

1	
2	
3	
4	
5	

Gebruik, beperkingen en actualisatiebehoeften per toepassing

Gelieve per toepassing in 2.1 de vragenlijst in te vullen. Klik op het Nr. van de toepassing om naar de bijhorende vragenlijst te gaan (hyperlink).

TOEPASSING 1

Geef een toelichting wat de toepassing inhoudt

GEBRUIK

2.3. (toepassing 1) Hoe wordt de informatie van de drainageklasse in deze toepassing gebruikt?

Toelichting: bijv. om relevante deelgebieden te selecteren, om de hydrologische toestand kwantitatief c.q. kwalitatief te omschrijven, om een hydrologisch model te kalibreren, ...

2.4. (toepassing 1) Wat is de gebruiksintensiteit? Aanvinken in onderstaande tabel.

Gebruiksintensiteit (aantal keren per jaar)				
Bij >10 graag geschatte aantal keren:	> 10	5-10	2-5	≤ 1

Toelichting: hoe regelmatig gebruikt u de drainageklassenkaarten voor dit gebruiksdoel.

Eventuele opmerkingen:

2.5. (toepassing 1) In welke regio's (vnl. zandstreek, leemstreek,) :

BEPERKINGEN

2.6. (toepassing 1) Wat zijn de beperkingen van de drainageklassenkaart voor deze toepassing? Gelieve per beperking de omvang ervan in de tabel weer te geven.

<p>Toelichting</p> <p>Mogelijke beperkingen zijn:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Onjuistheid van de drainageklassen op basis van gleyverschijnselen, oorzaak weergeven indien mogelijk ○ Bodemkaarten geven te weinig ruimtelijk detail ○ De schaal van de drainageklassenkaarten is niet voldoende voor uitvoering detailonderzoek ○ Liever een kwantitatieve variabele (bv gemiddeld hoogste grondwatertafel, ...) dan de huidige klassevariabele ○ Extra gegevens vereist over ○

Welke beperkingen?	Problematisch?				Effect van het oplossen van deze beperking op gebruiksintensiteit drainageklassenkaart ?		
	Sterk beperkend	Beperkend	Enigszins	Niet	Zeer positief	Positief	Neutraal

<p>Toelichting:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Vink aan in welke mate de door u aangegeven beperkingen van de huidige drainageklassenkaart de toepassing bemoeilijken (4 gradaties); ▪ Vink daarna aan wat het vermoedelijke effect zou zijn van het verbeteren van de drainageklassenkaart op de gebruiksintensiteit bij deze toepassing (3 gradaties; zeer positief = verwacht aanzienlijk groter gebruik van de nieuwe kaart; positief = verwacht toenemend gebruik; neutraal = nauwelijks effect op gebruik verwacht).

2.7. (toepassing 1) Zijn deze beperkingen verschillend of meer uitgesproken in bepaalde regio's? Indien zo, gelieve te specificeren.

--

<p>Toelichting: zijn de beperkingen bv. groter in de zandstreek dan in de leemstreek. Indien zo speciëren in welke mate.</p>

ACTUALISATIEBEHOEFTE

2.8. (toepassing 1) Is er in het kader van deze toepassing nood aan een actualisatie van de drainageklassenkaarten?

Ja	Neen	Motivatie

2.9. (toepassing 1) Is de actualisatiebehoefte verschillend in de verschillende regio's? (bv: sterkere afwijking in de zandstreek,, zie ook vraag 2.5. en 2.7) Gelieve te specificeren.

--

2.10. (toepassing 1) Is het wenselijk een drainageklassenkaart te maken voor de kustvlakte (op dit moment geen vermelding van drainageklasse op bodemkaart)? Met dezelfde klassen als gehanteerd voor de bestaande bodemkaarten van de rest van Vlaanderen?

Ja	Nee	Motivatie

2.11. (toepassing 1) Denkt u dat stuwwatertafels eveneens geactualiseerd zouden moeten worden (net als de freatische waterlaag)?

Ja	Nee	Motivatie

2.12. (toepassing 1) Voor de actualisatie, verkiest u herkartering¹ met nieuwe afbakening van de drainageklassen of een her-etikettering² van de bestaande drainageklassen (bodemeenheden)? Waarom?

¹**Herkartering:** het gebied wordt opnieuw gekarteerd, gebruikmakend van beschikbare kaarten van (o.a.) het reliëf, de bodem, het oppervlaktewaterstelsel en veldwaarnemingen. De resulterende kaart bevat meer detail dan de oorspronkelijke kaart (heeft een hogere resolutie).

²**Her-etikettering:** elk vlakje (of een groep vlakken met dezelfde drainageklasse) van de bodemkaart krijgt een nieuwe drainageklasse toegewezen, gebruikmakend van veldwaarnemingen die binnen dat vlak (of groep vlakken) zijn gedaan. De resulterende kaart heeft hetzelfde ruimtelijk detail als de oorspronkelijke kaart (schaal 1 / 20 000).

2.13. (toepassing 1) Indien herkartering van drainageklassen, op welke schaal dient dit te gebeuren?

De huidige kaartschaal is 1/20000

2.14. (toepassing 1) Welke extra parameters, anders dan de huidige drainageklasse en die nuttig zijn voor deze toepassing, moeten weergegeven (of afgeleid) kunnen worden op (van) de geactualiseerde drainageklassenkaart. Geef een prioriteitsscore in de rechter kolom waarbij u een totaal van 9 punten mag verdelen over de parameters. Graag invullen in de navolgende tabel.

<p>Toelichting</p> <p>Mogelijke parameters zijn:</p> <ul style="list-style-type: none"><input type="radio"/> GHG en GLG⁴<input type="radio"/> GVG⁵<input type="radio"/> Minimum- en maximum waarden GWT⁶<input type="radio"/> Duurlijnen⁷<input type="radio"/> Regime curves⁸<input type="radio"/> Voorkomen van kwel<input type="radio"/> Voorkomen bronnen<input type="radio"/> Betrouwbaarheid/kwaliteit van de gekarteerde parameters<input type="radio"/> <p>Prioriteitsscore: toegekende scores moeten optellen tot 9; bv. 9 parameters krijgen elk 1 punt, 1 parameter krijgt 9 punten, of tussenliggende mogelijkheden</p>

⁴ Gemiddelde Hoogste resp. Laagste Grondwaterstand

⁵ Gemiddelde Voorjaar Grondwaterstand

⁶ Grondwatertafel

⁷ Duurlijn: grafiek die aangeeft in welk deel van het jaar een bepaalde GWT wordt overschreden

Parameters	Prioriteits-score

[Terug naar vraag 2.1](#)

Verder aan te vullen voor de andere toepassingen

⁸ Regimecurve: grafiek die aangeeft wat de verwachte GWT is op een bepaalde dag in een toekomstig jaar (met de bijbehorende bandbreedte)

Bijlage 2: Overzicht van de beperkingen, actuele en potentiële gebruiksintensiteit

Berekening van PAG en PPG voor elke beperking

Persoon	Toepassing	Vraag 2.4					Vraag 2.6					Vraag 2.6			stap b	stap c	
		Gebruiksintensiteit (G)					Beperking (B)					Effect opheffen (E)					
		>10	5-10	2-5	<=1	Score	Welke beperking	Sterk	Be p	Eni g	Nie t	Scor e	Zeer+	+			0
UG-Bodem	Monitoring s.s. GW			x		2	Niet actueel		x			3		x	1	406	483
INBO1	Bodemclassificatie				x	1	Niet actueel		x			3		x	1		
INBO2	Originele drainagetoestand achterhalen			x		2	Niet actueel		x			3			x	0	
KUL-Bodem	Praktische lessen bodemgeografie			x		2	Niet actueel			x		2			x	0	
Hogent-Landschap2	Bodemgeschiktheid alg	x				4	Niet actueel			x		2		x	1		
UG-Bodem	Bodemgeschiktheid alg			x		2	Niet actueel		x			3		x	1		
KUL-Bodem	Bodemgeschiktheid land- en tuinbouw			x		2	Niet actueel			x		2		x	1		
BBD	Bodemgeschiktheid land- en tuinbouw	x				4	Niet actueel	x				4	x		2		
Arcadis2	Bodemgeschiktheid natuur		X			3	Niet actueel		x			3	x		2		
INBO4	Bodemgeschiktheid natuur	x				4	Niet actueel	x				4	x		2		
INBO1	Bodemgeschiktheid natuur				x	1	Niet actueel		x			3		x	1		
INBO5	Bodemgeschiktheid natuur	x				4	Niet actueel		x			3	x		2		
VMM3	Eco-hydrologische modelering	x				4	Niet actueel	x				4	x		2		
INBO4	Eco-hydrologische modelering		X			3	Niet actueel	x				4	x		2		
Arcadis1	Eco-hydrologische modelering		X			3	Niet actueel			x		2		x	1		
BBD	Eco-hydrologische modelering		X			3	Niet actueel	x				4	x		2		
IMDC	Eco-hydrologische modelering			x		2	Niet actueel				x	1			x	0	
UCL	Modelleren organisch koolstof gehalte	x				4	Niet actueel		x			3	x		2		
VMM2	GW modelering		X			3	Niet actueel		x			3	x		2		
VUB-Hydrologie	GW-moderling				x	1	Niet actueel		x			3		x	1		
IMDC	GW-moderling			x		2	Niet actueel			x		2		x	1		
BBD	Effecten GW-winning	x				4	Niet actueel	x				4	x		2		
ILVO1	Modellering N-uitspoeling		X			3	Niet actueel			x		2		x	1		
VITO	Modellering verspreidingsrisico pollutanten/nitraat			x		2	Niet actueel	x				4	x		2		
UG-Bos	Modellering nutriëntenuitspoeling				x	1	Niet actueel		x			3		x	1		
KUL-Bos2	Modellering groei bos		x			3	Niet actueel		x			3	x		2		
KUL-Erosie1	Ruimtelijk modeleren pijperosie			x		2	Niet actueel			x		2		x	1		
KUL-Erosie1	Ruimtelijk modeleren grondverschuivingen			x		2	Niet actueel			x		2		x	1		
LNE	Ruimtelijk modeleren grondverschuivingen	x				4	Niet actueel	x				4	x		2		
LNE	Ruimtelijk modeleren winderosie	x				4	Niet actueel	x				4	x		2		
INBO3	Standplaatskarakterisatie			x		2	Niet actueel	x				4		x	1		
INBO4	Standplaatskarakterisatie	x				4	Niet actueel	x				4	x		2		
Hogent-Landschap2	Standplaatskarakterisatie	x				4	Niet actueel		x			3		x	1		
Hogent-Bodem1	Standplaatskarakterisatie bodem en GW	x				4	Niet actueel		x			3		x	1		
UG-Bodem	Effecten GW-winning				x	1	Niet actueel		x			3		x	1		
INBO3	Verdroging			x		2	Niet actueel		x			3		x	1		
VLM	Landbouwgevoelighedsstudies, landinrichting	x				4	Niet actueel			x		2	x		2		
LNE	Gevoelighedskartering bodemverdichting	x				4	Niet actueel	x				4	x		2		
RSK-Benelux	Gevoelighedsbepaling bodemverdichting				x	1	Niet actueel			x		2	x		2		

Bijlage 2 Resultaten gebruikersinventarisatie

Persoon	Vraag 2.1 Toepassing	Vraag 2.4 Gebruiksintensiteit (G)					Vraag 2.6 Beperking (B)					Vraag 2.6 Effect opheffen (E)			stap b PAG	stap c PPG		
		>10	5-10	2-5	<=1	Score	Welke beperking	Sterk	Beperking	Enig	Niet	Score	Zeer+	+			0	Score
BBD	Infiltratie(bekkens)		x			3	Niet actueel	x				4	x			2		
BBD	Drainage		x			3	Niet actueel	x				4	x			2		
BBD	Irrigatie	x				4	Niet actueel	x				4	x			2		
BBD	Effecten droogzuiging op bodem	x				4	Niet actueel	x				4	x			2		
BBD	Bodemverontreiniging	x				4	Niet actueel	x				4	x			2		
INBO4	Eco-hydrologische modelering		x			3	Geen kwantitatieve variabele		x			3		x		1	274	314
UG-Hydrogeologie	GW modelering				x	1	Geen kwantitatieve variabele			x		2		x		1		
VMM2	GW modelering		x			3	Geen kwantitatieve variabele	x				4	x			2		
Hogent-Bodem2	Bodemgeschiktheid land- en tuinbouw				x	1	Geen kwantitatieve variabele				x	1		x		1		
INBO4	Bodemgeschiktheid natuur	x				4	Geen kwantitatieve variabele		x			3		x		1		
ILVO1	Modellering N-uitspoeling		x			3	Geen kwantitatieve variabele		x			3			x	0		
VITO	Modellering transport polluenten			x		2	Geen kwantitatieve variabele			x		2		x		1		
KUL-Bos2	Modellering groei bos		x			3	Geen kwantitatieve variabele			x		2	x			2		
UG-Bos	Standplaatskarakterisatie				x	1	Geen kwantitatieve variabele			x		2			x	0		
Pr Antwerpen	Overstromingsgebied			x		2	Geen kwantitatieve variabele		x			3	x			2		
INBO4	Standplaatskarakterisatie	x				4	Geen kwantitatieve variabele		x			3		x		1		
Hogent-Bodem1	Standplaatskarakterisatie bodem en GW	x				4	Geen kwantitatieve variabele		x			3	x			2		
INBO3	Verdroging			x		2	Geen kwantitatieve variabele			x		2		x		1		
Arcadis1	Verdroging			x		2	Geen kwantitatieve variabele				x	1		x		1		
LV	Ingrep RO op landbouwgrond	x				4	Geen kwantitatieve variabele	x				4	x			2		
VLM	Landbouwgevoelighedsstudies, landinrichting	x				4	Geen kwantitatieve variabele		x			3	x			2		
LNE	Gevoelighedskartering bodemverdichting	x				4	Geen kwantitatieve variabele		x			3	x			2		
RSK-Benelux	Gevoelighedsbepaling bodemverdichting				x	1	Geen kwantitatieve variabele		x			3		x		1		
LNE	Gevoelighedskartering grondverschuivingen	x				4	Geen kwantitatieve variabele		x			3	x			2		
LNE	Gevoelighedskartering winderosie	x				4	Geen kwantitatieve variabele		x			3	x			2		
BBD	Effecten GW-winning	x				4	Geen kwantitatieve variabele		x			3		x		1		
BBD	Bodemgeschiktheid land- en tuinbouw	x				4	Geen kwantitatieve variabele		x			3		x		1		
BBD	Infiltratie(bekkens)		x			3	Geen kwantitatieve variabele		x			3		x		1		
Gem_Gent	Infiltratie(bekkens)	x				4	Geen kwantitatieve variabele		x			3		x		1		
Pr Antwerpen	Pr Antwerpen		x			3	Geen kwantitatieve variabele			x		2	x			2		
BBD	Drainage		x			3	Geen kwantitatieve variabele		x			3		x		1		
BBD	Irrigatie	x				4	Geen kwantitatieve variabele		x			3		x		1		
BBD	Effecten droogzuiging op bodem	x				4	Geen kwantitatieve variabele		x			3		x		1		
BBD	Eco-hydrologische modelering		x			3	Geen kwantitatieve variabele		x			3		x		1		
BBD	Bodemverontreiniging	x				4	Geen kwantitatieve variabele		x			3		x		1		
Gem_Gent	Bodemverontreiniging		x			3	Geen kwantitatieve variabele		x			3		x		1		
Arcadis2	Bodemgeschiktheid natuur		x			3	Te weinig detail			x		2		x		1	151	176
INBO5	Bodemgeschiktheid natuur	x				4	Te weinig detail	x				4	x			2		
VMM3	Eco-hydrologische modelering	x				4	Te weinig detail			x		2		x		1		
Arcadis1	Eco-hydrologische modelering		x			3	Te weinig detail			x		2		x		1		
KUL-Bos2	Modellering groei bos		x			3	Te weinig detail		x			3	x			2		
UG-Bos	Standplaatskarakterisatie				x	1	Te weinig detail		x			3		x		1		
Hogent-Bodem1	Standplaatskarakterisatie bodem en GW	x				4	Te weinig detail			x		2		x		1		
Arcadis1	Infiltratie(bekkens)	x				4	Te weinig detail		x			3		x		1		
Geotechniek	Infiltratie(bekkens)				x	2	Te weinig detail		x			3	x			2		
Pr Antwerpen	Pr Antwerpen		x			3	Te weinig detail		x			3		x		1		

Bijlage 2 Resultaten gebruikersinventarisatie

	Vraag 2.1	Vraag 2.4					Vraag 2.6					Vraag 2.6			stap b	stap c		
		Gebruiksintensiteit (G)					Beperking (B)					Effect opheffen (E)						
Persoon	Toepassing	>10	5-10	2-5	<=1	Score	Welke beperking	Sterk	Beperking	Enig	Niet	Score	Zeer+	+	0	Score	PAG	PPG
VMM2	GW modelering		x			3	Te weinig detail (grid)			x		2		x		1		
VLM	Waardeschatting bodem RV	x				4	Te weinig detail	x				4		x		1		
VLM	Natuurontwikkeling	x				4	Te weinig detail	x				4		x		1		
VLM	Landbouwgevoeligheidsstudies, landinrichting	x				4	Te weinig detail			x		2		x		1		
VLM	Beheersovereenkomsten, erosiebestrijdingsmaatreg'n	x				4	Te weinig detail		x			3		x		1		
LNE	Gevoeligheidskartering grondverschuivingen	x				4	Te weinig detail			x		2		x		1		
RSK-Benelux	Gevoeligheidsbepaling bodemverdichting				x	1	Te weinig detail			x		2	x			2		
INBO5	Bodemgeschiktheid natuur	x				4	Geen klassen veengebieden	x				4	x			2	16	16
INBO5	Bodemgeschiktheid natuur	x				4	Meer info over brongebieden			x		2		x		1	8	8
VMM2	GW modelering		x			3	Geen info over GWT in droge gronden		x			3		x		1	9	12
LV	Ingrep RO op landbouwgrond	x				4	Niet voldoende gegevens actuele infiltratie	x				4	x			2	16	16
LNE	Gevoeligheidskartering bodemverdichting	x				4	Geen info temporele variatie		x			3	x			2	28	28
LNE	Ruimtelijk modelleren grondverschuivingen	x				4	Geen info temporele variatie	x				4	x			2		
VMM1	Begroting grondwaterberging		x			3	Niet voldoende gegevens actuele drainage		x			3		x		1	31	40
UG-Bodembeheer2	Gevoeligheidsbepaling bodemverdichting sportvelden			x		2	Niet voldoende gegevens actuele drainage		x			3	x			2		
LV	Ingrep RO op landbouwgrond	x				4	Niet voldoende gegevens actuele drainage	x				4	x			2		
VMM3	Eco-hydrologische modelering	x				4	Opgemaakt voor landbouw		x			3		x		1	12	12
UG-Bodembeheer1	Bodemverontreiniging			x		2	Niet inzetbaar schatting hydraulische eig'n		x			3	x			2	6	12
Geotechniek	Infiltratie(bekkens)			x		2	Geen drainageklasse bebouwde zone		x			3	x			2	6	12

Bijlage 3: Verslag stuurgroepbijeenkomst 0 (5-2-2009)

Ontwikkelen en uittesten van een methodiek voor het actualiseren van de drainageklasse van de bodemkaart van Vlaanderen

Verslag Stuurgroep 0 – 5 februari 2009

Aanwezig

Deelnemers:

Ingeborg Joris (VITO), Hari Neven (LNE), Linsey Vanthournout (DOV), Liesbeth Vandekerckhove (LNE), Petra Deproost (LNE), Joke Charles (LV), Marcel Voet (VMM), Hilaire De Smedt (VUB-Hydrologie en Waterbouwkunde), Nathalie Cools (INBO), Greet Ruysschaert (ILVO plant), Jos van Orshoven (KULeuven-SADL), Erwin Sevens (OVAM), Frank Elsen (BDB), Wim Cornelis (UGent-Bodembeheer)

Projectteam: Johan Van de Wauw (UGent-Geologie en Bodemkunde), Geert Baert (HOGENT-Biowetenschappen en landschapsarchitectuur), Peter Finke (UGent-Geologie en Bodemkunde).

Agenda

1. Opening en voorstelronde (Petra Deproost)
2. Probleemschets en bekende werkwijzen van actualisatie (Peter Finke)
3. Voorgestelde aanpak in projectplan: activiteiten en planning (Peter Finke)
4. Voorstel gebruikers-inventarisatie: identificatie gebruikers en wijze van bevraging (Geert Baert)
5. Afspraken

1. Opening en korte situatieschets

Petra Deproost opent de vergadering met een korte schets van de noodzaak van het project. Na een voorstellingsronde krijgt Peter Finke het woord

2. en 3. Projectvoorstelling (Peter Finke)

In zijn presentatie heeft Peter Finke aandacht voor de huidige werkwijzen van actualisatie, zoals die in het verleden in Nederland gebeurd zijn en met de testgebieden die in Vlaanderen onderzocht zijn.

Als conclusie worden de 5 onderzoeksvragen van het projectvoorstel benadrukt:

1. Hoe groot is de actualisatiebehoefte in VL
2. Welke grondwaterparameters naast GxG, drainageklasse
3. Wat is de kostenefficiëntie van de methoden

4. Hoe kan het MAP2 meetnet optimaal benut worden
5. Hoe kunnen stuwwatertafels gekarteerd worden

Tijdens de voorstelling werden verschillende opmerkingen gelanceerd:

- De huidige drainageklasse is origineel niet bedoeld om de diepte van grondwater te kennen. Dat is een verengde weergave van een oorspronkelijk ander concept. Het mag niet de bedoeling zijn om de huidige 'natuurlijke' drainagekaart weg te gooien, enkel om een nieuwe extra informatielaag toe te voegen.
- De meetfrequentie van 14 dagen laat niet toe om ook informatie te geven over extrema, die belangrijk zijn voor hoogwater. *Naschrift PF: met behulp van tijdreeksmodellering is dit toch wel mogelijk.*
- Hoe zullen gebieden met stuwwater aangepakt worden? Kan de methode hier een correct beeld geven? Mogen we eventueel veronderstellen dat gebieden met stuwwater nog steeds hetzelfde zijn als vroeger en die dan ook zo aanduiden op de kaart?
- Tijdsreeksen mogen niet verstoord zijn door menselijke impact. Indien dit het geval is, wordt het deel van vóór de impact weggelaten. Is het totaalbeeld dan nog correct en zullen we bepaalde effecten niet missen? Het doel van de tijdreeksanalyse is een actueel beeld van de grondwaterdynamiek te geven voor het huidig landgebruik en gegeven het huidige klimaat. Het deel van een tijdreeks dat vóór een landgebruiksverandering is gemeten, moet dus buiten beschouwing worden gelaten.
- Kan informatie over plaatsen waar drainage is aangelegd niet gebruikt worden? In principe kan dat (als hulpvariabele). Anderzijds wordt er gemeld dat er niemand een zicht heeft waar er gedraineerd is, die informatie zit verspreid en men probeert er al lang achter te komen.
- Is het niet beter om van de gebruikersbevraging en de voorstellen tot methodiek/parameters een iteratief proces te maken? Als gebruikers weten wat er kan gaan ze misschien andere eisen stellen?
- Is het niet de bedoeling van dit project dat er ook totaal andere methoden getest worden. Bvb door kennis van boeren te combineren met de oude kaart (een vorm van heretikettering)? In principe kunnen nieuwe methoden, maar ze moeten reproduceerbaar zijn en op dezelfde manier als de andere methoden gevalideerd worden.

4. Presentatie gebruikersinventarisatie (Geert Baert)

De concept-versie van de vragenlijst voor de gebruikersidentificatie werd overlopen. Dit document zal ook digitaal verspreid worden. Opmerkingen op deze vragenlijst en suggesties voor te bevragen personen kunnen aan Geert Baert bezorgd worden voor 15 februari (geert.baert@hogent.be).

Het is de bedoeling om deze vragenlijst eerst elektronisch te verspreiden en daarna met een aantal mensen extra in detail verder op de vragen in te gaan. Het is belangrijk dat er buiten de interessesfeer van de stuurgroep ook naar gebruikers wordt gezocht. Er wordt gesuggereerd om contact op te nemen met DOV en Agiv, die weten aan wie ze de bodemkaart verdelen en met het bodemsaneringsbedrijfsleven dat is is opgelijst door OVAM; Ook personen werkzaam bij het

Departement Stedebouw en in de sector Mobiliteit en Openbare werken zouden kunnen worden betrokken.

Er worden al een aantal opmerkingen op het concept gegeven:

- Momenteel ontbreekt nog een begeleidend schrijven met een situering van het project
- Mensen die geïnterviewd willen worden moeten dat kunnen aangeven
- Ipv Opleiding/Onderzoeksdomeinen wordt Achtergrond/Activiteiten gesuggereerd
- De tabel en uitleg zijn wat onduidelijk. Er wordt gesuggereerd om de kolom “gebruiksintensiteit” voor de kolom “beperkingen” te plaatsen. Het toevoegen van de definities van gehanteerde begrippen, een voorbeeldlijst van mogelijke problemen, en een uitgewerkt voorbeeld van een tabelregel zou verhelderend werken.

5. Slot

- Een praktische opmerking voor volgende vergadering: het zou nuttig zijn als de documenten al een paar dagen op voorhand klaar zijn, zodat mensen gemakkelijker kunnen voorbereiden.

De volgende stuurgroep wordt gepland op dinsdag 5 mei om 9u30. Tegen dan is er een concept-rapport van de gebruikersbevraging en daaraan verbonden consequenties voor c.q. eisen aan mogelijke karteringsmethoden. Ook zal er dan beslist worden welke testgebieden gebruikt zullen worden.

Bijlage 4: Verslag stuurgroepbijeenkomst 1 (5-5-2009)

Ontwikkelen en uittesten van een methodiek voor het actualiseren van de drainageklasse van de bodemkaart van Vlaanderen

Verslag Stuurgroep 1 – 5 mei 2009

Aanwezig

Petra Deproost (ALBON), Liesbeth Vandekerckhove (ALBON), Marcel Voet (VMM), Linsey Vanthournout (DOV), Erwin Sevens (OVAM), Griet Heuvelmans (VMM), Frank Elsen (BDB), Alexander Vandenbohede (UGent), Katrien Oorts (ALBON), Nathalie Cools (INBO), Joke Charles (ADLO), Carole Ampe (VLM)

Projectmedewerkers

Geert Baert (HOGent), Peter Finke (UGent), Johan Van de Wauw (UGent)

Verontschuldigd

Okke Batelaan (VUB), Jos Vanorshoven (K.U.Leuven), Ingeborg Joris (VITO), Greet Ruyschaert (ILVO), Wim Cornelis (UGent)

Verslag vorige vergadering

Het verslag van de vorige vergadering wordt goedgekeurd.

1. Verwerking en resultaten van de gebruikersbevraging – Geert Baert

Geert Baert bespreekt de resultaten van de gebruikersbevraging. In totaal werden 94 mensen bevroegd. Daarvan werd er van 34 mensen een ingevulde enquête ontvangen, reageerden 21 mensen dat ze de drainagekaarten niet gebruiken en waren er 39 mensen die ondanks herhaalde herinneringen geen antwoord gaven.

Uit de lijst met 103 beperkingen die uit de enquête naar voren kwamen blijkt dat er 3 veruit het meest genoemd worden, ook als rekening gehouden wordt met de actuele en potentiële gebruiksintensiteit:

1. Niet actueel
2. Te weinig kwantitatief
3. Te weinig detail

Wat de regio's betreft zijn er geen duidelijke trends, maar het wordt wel nuttig geacht om ook aandacht te hebben voor stuwwatertafels (40/61) en kustvlakte (36/61) (cijfers per gebruik).

Een eerste vraag is wat er wordt bedoeld met het woord “detail”. Dit kan zowel betrekking hebben op de klassenbreedte van de drainageklassen, als op het ruimtelijk detail. Verondersteld wordt dat de geïnterviewden hebben begrepen dat dit niet de legende maar het ruimtelijk detail betrof.

Marcel Voet brengt het punt naar voren met welke wensen er rekening zou moeten worden gehouden bij een actualisatie, en welke van de genoemde parameters zouden moeten worden verzameld. Elke gebruiker vindt zijn eigen noden uiteraard prioritair. Petra Deproost antwoordt dat het hier een pilootproject betreft, bedoeld om de gebruikers en hun wensen te kennen. Voorafgaand aan een volledige actualisering zullen de (financieel) participerende belanghebbenden tot een consensus over het eindproduct moeten komen.

Er wordt tevens opgemerkt dat het gevaarlijk is om het aanwezig zijn c.q. de kwaliteit van drainagebuizen, niet mee te nemen. Hierbij de kanttekening dat de aanwezigheid van buizen slechts voor een deel uit de herverkavelingsgeschiedenis kan worden afgeleid (er is ook drainage op eigen initiatief aangelegd), en dat de drainafstand en werkzaamheid van de drains nog minder goed bekend zijn. Om bij een grondwaterkartering te kunnen worden gebruikt, dient deze informatie gebiedsdekkend beschikbaar te zijn, niet slechts lokaal, en dat maakt het duurder. Anderzijds is het voor een aantal parameters misschien weinig werk om ze mee te karteren – het zou dan zonde zijn om dat niet te doen. Meenemen kan dus gebeuren voor zover dat niet enorm veel werk oplevert en kwalitatief genoeg kan gebeuren.

Een vierde opmerking betreft de gebruiksintensiteit: dit is erg moeilijk in te schatten. Als een kaart 1x gebruikt wordt om er een andere kaart uit af te leiden wat is dat de gebruikersintensiteit? De onzekerheid verbonden aan het meer-wegen van potentiële en actuele gebruiksintensiteit heeft bij het uitwerken van deze enquête echter geen effect: de conclusies zijn hetzelfde als bij niet-meewegen.

Actualisatiemethoden: Ervaringen, beperkingen, koppeling aan gebruikersbevraging en accenten voor proefactualisatie – Peter Finke

Peter Finke bespreekt 11 methoden die in principe gebruikt kunnen worden om een nieuwe kaart te maken met de diepte van het freatisch grondwater. Details hiervan zijn te vinden in de desktopstudie die voor de vergadering rondgemaakd werd.

Er wordt een onderscheid gemaakt tussen 3 groepen methodes waarbij gekeken wordt of ze al dan niet gerichte opnames, (voldoende lange) peilbuismetingen of hulpkaarten (bvb oude drainageklassekaart) gebruiken.

2 methodes, nl *herkartering met behulp van gerichte opnames, hulpkaarten en een aselechte steekproef*(J) en *stratagewijze update met behulp van gerichte opnames, hulpkaarten en een aselechte steekproef*(E) werden weerhouden als bruikbaar in Vlaanderen, met de kanttekening dat methode E minder goed toepasbaar zal zijn in de polderstreek omdat daar nog geen drainageklasse op de kaart stond.

Voor een aantal methoden is het belangrijk om strata af te bakenen. Dat zijn zones waarbinnen de grondwaterdynamiek een gelijkaardige ruimtelijke relatie met landschaps- en bodemkenmerken heeft. Deze afbakening is erg belangrijk, en met name wat er in grensgebieden van die strata gebeurt is belangrijk voor de uiteindelijke kaart.

De vraag wordt gesteld of er ook een kaart van de maximale en minimale grondwaterstanden kan gemaakt worden. GHG/GLG zijn hier immers weinig geschikt voor. Dit kan niet voor de gerichte opnames, maar kan in principe geschat worden voor de referentiebuizen en dan ook geëxtrapoleerd worden tot een verwachtingskaart van de maximale en minimale grondwaterstand. Het blijft echter moeilijk om die te valideren en er dus de kwaliteit van te bepalen

Er wordt opnieuw gewezen op het ongelukkige woordgebruik: beter spreken van een nieuwe kaart van een nieuwe eigenschap (vb grondwaterdynamiek, gd in NL) dan van een nieuwe drainageklassekaart. Het is misschien zelfs beter om nieuwe klassen voor te stellen, op basis van bvb de onzekerheid. Ook voor eventuele conclusies (bvb verdroging) blijft het een aandachtspunt: in veel gevallen is er sprake van hangwater, een volcapillaire zone – dat is een wezenlijk andere parameter dan de diepte van het freatisch grondwater.

3. Proefactualisatie: eisen aan proefgebied en een voorstel voor een gebied

Op basis van de gewenste schaal (1/20.000) wordt voorgesteld om een gebied te karteren van ongeveer 2700 ha. Dan is er een waarnemingsdichtheid van 1/8 ha of 2 waarnemingen per 4 cm² kaart. Dan zijn er 340 predictielokaties en 3x20 validatielokaties in 3 verschillende strata.

2 voorstellen tot mogelijke studiegebieden worden voorgesteld, gelegen op de paracuesta van Maldegem en noordelijk richting Vlaamse vallei - polders: In het eerste gebied zijn er twee strata: plaatsen waar het tertiair ondiep is en er tijdelijke grondwaterstanden voorkomen en de Vlaamse vallei. In een tweede voorstel wordt ook een stuk polder meegenomen. Nadeel van die tweede kaart is dat er mogelijk meer grenseffecten zijn doordat het studiegebied langwerpiger is. Anderzijds spelen die enkel bij een deel van de analyse (de krigingscomponent) en is het aantal waarnemingen hoog – zodat dit effect beperkt is.

Carole Ampe merkt op dat dit deel van de polders wel een erg speciale opbouw heeft: onder de polders ligt ondiep Pleistoceen zand. VLM heeft in het kader van herinrichtingsprojecten in 3 gebieden in de polders de drainageklasse gekarteerd, echter die gebieden liggen op ruime afstand van gebieden met tijdelijke grondwatertafels in Pleistoceen/Tertiair Vlaanderen.. Het alternatief om ipv 1 studiegebied twee aparte gebieden te karteren (1 deel 'echte' polders) wordt uiteindelijk niet toegepast omdat er dan nog meer randeffecten zijn en het moeilijk is om de overgangen van de strata goed in kaart te brengen.

De vergadering beslist om het tweede voorstel, dus inclusief de polder te volgen.

Volgende vergadering

De volgende vergadering wordt gepland op 29 juni om 13u30. Voorafgaand aan de bijeenkomst zal informatie worden verspreid in de vorm van

- een tussenrapportage over de gebruikersinventarisatie en de bureaustudie actualisatiemethoden alsook een aanpak van de proefactualisatie (inclusief stratificatie);
- een notitie over een mogelijke methodiek om de actualisatiebehoefte Vlaanderen-breed (op basis van peilbuisinformatie) per regio te schatten c.q. in kaart te brengen.

Bijlage 5: Verslag stuurgroepbijeenkomst 2 (29-6-2009)

Ontwikkelen en uittesten van een methodiek voor het actualiseren van de drainageklasse van de bodemkaart van Vlaanderen

Verslag Stuurgroep 2 – 29 juni 2009

Aanwezig

Nathalie Cools (INBO), Carole Ampe (VLM), Martine Swerts (ALBON), Petra Deproost (ALBON), Erwin Severs (OVAM), Ingeborg Joris (VITO), Griet Heuvelmans (VMM), Marcel Voet (VMM), Gert Van Hoydonck (ANB), Greet Ruyschaert (ILVO), Peter Finke (UGent), Geert Baert (Hogeschool Gent), Johan Van de Wauw (UGent)

Verontschuldigd

Frank Elsen, Florimond Desmedt, Okke Batelaan, Joke Charles, Alexander Vandenbohede, Wim Cornelis, Jos Van Orshoven

Bespreking concept tussenrapportage

Peter Finke en Petra Deproost vragen de stuurgroep om commentaar op het voorgestelde rapport.

- Carole Ampe stelt dat, met name in de streek rond Aalter, de bodemkaart op 1:5000 tot dubbel zoveel eenheden telt. Ze stelt voor om de formulering op pag. 18 (de bodemkaart op 1/5000^e telt weinig extra detail) te nuanceren. *Wordt in tussenrapport genuanceerd.*
- Nathalie Cools merkt op dat de opmerking dat de gebruikers voornamelijk uit onderwijs en onderzoek komen ongelukkig gekozen is: de response uit andere groepen was lager maar dat betekent niet persé dat het gebruik van bodeminformatie minder is. *Wordt in tussenrapport genuanceerd.*
- Petra Deproost stelt een vraag over pag. 21: wat is het verschil tussen NL en BE, wat wordt bedoeld met roestvlekking karteren vs diepte grondwater karteren. *Peter Finke licht kort toe en zal het tussenrapport uitbreiden.*
- Marcel Voet heeft een vraag over de 'hydrologisch homogene zones' (strata voor actualisatie) die gebruikt worden in het voorstel voor de actualisatiebehoefte. Aangezien dit deel later op de vergadering nog aan bod komt wordt het antwoord tot dan uitgesteld.
- Petra Deproost heeft een vraag over de eerste methode op pagina 24: hoe gebeurt daar de stratificatie. Peter Finke licht toe dat de gebiedskeuze geen deel uitmaakt van de actualisatiemethode, en na de gebiedskeuze dit gebied pas wordt onderverdeeld. Bij de eerste

methode gebeurt de onderverdeling op basis van de (oude) drainageklassen a..i die voorkomen in dat gebied. De oppervlaktes van de aldus verkregen strata worden dus niet volledig door de stratificatie bepaald.

- Ingeborg Joris stelt een vraag over de gesimuleerde GHG/GLG die vermeld wordt op pagina 31. Hoe wordt die bepaald? PF merkt op dat dit maar een voorbeeld is van een mogelijke bron van hulpinformatie. Die is in Nederland getest voor een klein gebied, maar leverde, zeker gezien de extra inspanning, weinig op. In dit project is zo'n modellering niet opgenomen.
- Petra Deproost stelt de vraag wat er met het TOP10 vectorbestand bedoeld wordt. PF verduidelijkt dat dit de vectoriële versie van de topografische kaarten van het NGI betreft (TOP10V-GIS), en dat daaruit de hydrologische lagen (grachten, beken, open water) worden afgeleid. Griet Heuvelmans merkt op dat deze informatielaag in Vlaanderen met "blauwe laag" wordt aangeduid.
- Petra Deproost merkt nog op dat er contact is geweest over 2 andere Vlaamse studies die relevant kunnen zijn voor de literatuurstudie. Intussen heeft PF de uitvoerders gecontacteerd, en is gebleken dat 1 studie onder embargo wordt uitgevoerd (door VITO) en niet geconsulteerd kan worden. Een andere studie is nog in uitvoering en zal bij tijdige publicatie in de literatuurstudie worden opgenomen. Het gaat hier om simulatie van gemiddelde freatische niveau's in natuurgebieden.

Tot slot keurt de stuurgroep het voorgestelde rapport, met de gegeven opmerkingen, goed.

Terugmelding voorbereiding veldwerk (Johan Van de Wauw)

De stratificatiecriteria worden toegelicht: voor de noordelijke grens werd de grens op de bodemkaart tussen polders en zandstreek behouden. Voor de zuidelijke grens, tussen gebieden met stuwwatertafels op tertiair materiaal en de Vlaamse vallei, werd de grens hoofdzakelijk op basis van textuur getrokken. Een vierde stratum werd toegevoegd op plaatsen waar het tertiair materiaal hoofdzakelijk verspoeld voorkomt, dus vermengd met latere afzettingen. Dit heeft tot resultaat dat er in totaal 4 strata zijn.

Tot slot wordt opgemerkt dat er na een veldbezoek tussen de 9 en de 20 representatieve peilbuizen gevonden werden (van een aantal peilbuizen wordt nog gehoopt op extra meetgegevens). Deze gegevens kwamen van DOV en deels van het INBO. Als er nog suggesties zijn voor andere bronnen van freatische peilbuizen mogen die steeds doorgegeven worden.

Vaststellen prioritaire actualisatiegebieden in Vlaanderen (voorstel van aanpak) (Peter Finke)

Er wordt kort geschetst hoe de kwaliteitsinventarisatie in zijn werk zal gaan. Kort samengevat is er een tijdreeksmodellering mogelijk van peilbuizen (221) waar hiervoor voldoende gegevens zijn. Die gegevens worden dan gebruikt als "harde" GHG en GLG schattingen; de bij tijdreeksanalyse afgevalen peilbuizen worden samen met de MAP-2 gegevens als gerichte opname ingebracht, dit zijn "zachtere" GHG en GLG

schattingen. In totaal zijn dit ca. 2600 punten. Op basis van de kwaliteitsmaat MG of het gemiddeld aantal cm afwijking kan dan beslist worden of er een significante nood aan een update is.

Gezien het beperkt aantal gegevens kunnen er maar een 10-tal strata gemaakt worden, aangezien binnen elk stratum de 9 drainageklassen kunnen voorkomen. Hierop werd voorgesteld om de 11 stroomgebieden van de VMM als stratificatie te gebruiken.

Na een discussie over de beste maat voor de afwijking wordt beslist dat het gemiddeld aantal centimeters afwijking als criterium zal gebruikt worden ipv de MG. Wel moeten afwijkingen in nattere klassen op een andere manier zwaarder doorwegen indien de uiteindelijke behoefte in kaart gebracht wordt. Dit kan door een lagere grenswaarde te definiëren voor die klassen.

Wat de stratificatie betreft is de stuurgroep niet gewonnen voor de indeling in stroomgebieden, aangezien dat vooral een administratief instrument is dat weinig verband houdt met de bodems en geomorfologie. Als mogelijke alternatieven worden 4 opties geopperd: landbouwstreken, ecodistricten en ecoregiokaart (ANB), de bodemassociatiekaart schaal 1:500 000 (Maréchal & Tavernier, 1974) of de kaart van grondwatersystemen (VMM). Tegen eind september zal een gemotiveerde keuze aan de stuurgroep doorgegeven worden. Het lijkt echter niet nodig om hiervoor een aparte vergadering bijeen te roepen.

Griet Heuvelmans stelt dat er rekening moet gehouden worden met eventuele grondwaterwinnings. PF antwoordt dat dit inderdaad best gebeurt voor gebieden waar de impact zeer lokaal is, maar voor gebieden waar de impact groot is moeten die punten juist wel meegenomen worden: er is daar immers een nood aan actualisatie, en dat is wat we proberen vast te stellen. Bij een actualisatie kunnen de beïnvloedingszones van waterwinnings worden gebruikt bij stratificatie of kunnen (bijv. uit simulaties verkregen) grondwaterverlagingen rondom de onttrekking worden gebruikt als hulpinformatie. Griet Heuvelmans merkt op dat in Aardewerk of DOV bij de beschreven profielen ook in de kuststreek de drainageklasse is aangegeven. Indien daar peilbuizen zijn geplaatst, kan dit worden meegenomen bij de kwaliteitsbepaling van de informatie.

Marcel Voet herhaalt zijn vraag of het niet nuttig is om drainagestructuren mee in kaart te brengen. Dat lijkt echter onrealistisch in dit onderdeel van het project (voor heel Vlaanderen de actualisatienood in kaart brengen).

Marcel Voet vraagt of het mogelijk is om de oorzakelijke verbanden aan te geven waarom er wijzigingen in grondwaterregime zijn als ze vastgesteld worden. Dat lijkt ook zeer moeilijk, omdat via de statistische methodes moeilijk een oorzakelijk verband aangetoond kan worden: daarvoor zou een modelstudie beter geschikt zijn. Daarenboven is het moeilijk om vast te stellen of er wel degelijk een verandering is, omdat niet dezelfde methodologie als voor de oorspronkelijke bodemkaart gebruikt wordt.

De vergadering wordt geheven met de afspraak dat Petra Deproost in september 2010 een nieuwe vergadering zal uitschrijven, na beëindiging van het veldwerk. Op die vergadering zal worden beoordeeld hoeveel extra bijeenkomsten nog gewenst zijn. Petra Deproost en het projectteam zullen na afloop van het zomerveldwerk (in oktober) contact hebben over de projectvoortgang.

Bijlage 6: Verslag bijeenkomst 3 (19-10-2009)

Ontwikkelen en uittesten van een methodiek voor het actualiseren van de drainageklasse van de bodemkaart van Vlaanderen

Verslag Bijeenkomst 19 oktober 2009

Aanwezig

Petra Deproost (ALBON), Peter Finke (UGent), Johan Van de Wauw (UGent)

Bespreking voortgang

In de maanden voorafgaand aan september zijn 400 locaties geloot in de strata volgens een protocol waarbij de variatie in alle relevante hulpinformatie (drainageklasse, hoogteligging, etc) wordt bemonsterd in het veld. De grondeigenaren zijn via het kadaster opgespoord en aangeschreven en om toestemming gevraagd hun terreinen te mogen betreden. Bij “weigeraars” zijn alternatieve locaties gezocht. In september zijn de locaties bezocht, en zijn op 396 (de toegankelijke) locaties gegevens verzameld. Vanwege de droge zomer zijn veel grondwaterstanden dieper dan 150 en zelfs dieper dan 220 cm opgetekend. Ook zijn standen in 24 MAP2-buizen in het gebied genoteerd welke tevens voor de kartering worden gebruikt.

De volgende campagne zal plaatsvinden tussen begin februari en half maart, maar wordt pas exact ingepland als de weersevolutie bekend is.

Terugmelding stratificatie ten behoeve van bepaling actualisatiebehoefte

In de vorige stuurgroepvergadering werden 4 alternatieve indelingen van Vlaanderen besproken welke als eenheden kunnen dienen om de actualisatiebehoefte (met MAP2-buizen en andere peilbuizen) vast te stellen. Elk van deze indelingen is geëvalueerd op 2 criteria:

1. Het aantal peilbuizen per drainageklasse per stratum is geteld. Indien voor een drainageklasse minder dan 10 peilbuizen beschikbaar zijn, werd het areaal van die drainageklasse binnen dat stratum als “niet evalueerbaar” geklasseerd. Elke stratificatie wordt aldus gekarakteriseerd met een totaal areaal “niet evalueerbaar”, en dat areaal moet liefst minimaal zijn.
2. De strata zelf zijn geëvalueerd op grootte. Zeer grote strata zijn weliswaar goed evalueerbaar, maar leveren weinig geografisch detail in de uitspraken. Idealiter zijn de strata dus klein.

Uit evaluatie van de combinatie van 1 en 2 bleek dat de ecoregio-ecodistrictenkaart het meest geschikt is om als basis te dienen voor het bepalen van actualiseerbare gebieden. Deze kaart geeft ruimtelijke eenheden waarvan de abiotische eigenschappen niet snel in de tijd veranderen. In Vlaanderen werd deze kaart gebaseerd op (in hiërarchische volgorde): klimatologie, geologie, reliëf, geomorfologie, grondwater, oppervlaktewater en bodem (Sevenant et al., 2002).

Kanttekeningen: de ecoregio's Krijtdistrict en Maasdistrict bevatten te weinig waarnemingen, en de ecoregio Kempen zou onderverdeeld kunnen worden. Afgesproken wordt, Krijtdistrict en Maasdistrict samen te voegen met aangrenzende regio's Zuidoostelijke heuvelzone resp. een deel van De Kempen. Daarnaast wordt bestudeerd hoe Kempen kan worden opgesplitst zonder criterium 1 hierboven geweld aan te doen.

Tenslotte gaat worden onderzocht of voor de kuststreek de actualiseringsbehoefte kan worden vastgesteld in afwezigheid van een drainageklassekaart door de omzettingstabel van C. Vynckier op de kuststreek toe te passen en zo een drainageklassenkaart te maken, en deze daarna te evalueren op dezelfde wijze als de andere delen van Vlaanderen.

Sevenant M., Menschaert J., Couvreur M., Ronse A., Heyn M., Janssen J., Antrop, M., Geypens M., Hermy M. & De Blust G. 2002. Ecodistricten: Ruimtelijke eenheden voor gebiedsgericht milieubeleid in Vlaanderen. Studieopdracht in het kader van actie 134 van het Vlaams Milieubeleidsplan 1997-2001. In opdracht van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Administratie Milieu, Natuur, Land- en Waterbeheer. CD-ROM. Samenvattend document beschikbaar op:
<http://www.inbo.be/docupload/1323.pdf>

Bijlage 7: Verslag stuurgroepbijeenkomst 4 (21-9-2010)

Ontwikkelen en uittesten van een methodiek voor het actualiseren van de drainageklasse van de bodemkaart van Vlaanderen

Verslag Stuurgroep 3 - 21 september 2010

Aanwezig

Geert Baert (HoGent), Joke Charles (ADLO), Filip Debrabandere (VLM), Nathalie Cools (INBO), Petra Deproost (ALBON), Frank Elsen (BDB), Peter Finke (UGent), Griet Heuvelmans (VMM), Ingeborg Joris (VITO), Liesbeth Vandekerckhove (ALBON), Johan Van de Wauw (UGent), Marcel Voet (VMM)

Verontschuldigd

Carole Ampe (VLM), Okke Batelaan (VUB), Jos Van Orshoven (K.U.Leuven), Greet Ruyschaert (ILVO), Erwin Sevens (OVAM), Alexander Vandenbohede (UGent)

Agenda

1. Bepaling van de kwaliteit van de drainageklassenkaarten in Vlaanderen

- Gebruikte meetreeksen: Griet Heuvelmans stelt dat er ook meetreeksen met diepere filters zijn die desondanks de freatische stijghoogte geven. Dit is gebleken uit modelsimulaties met SWAP, welke de periode 1987-2009 afdekken met dagwaarden voor stijghoogten. Vermoedelijk gaat dit om ca. 150 lokaties. Inbrengen van deze lokaties zou de relaties dagstand-GxG in de MAP2-lokaties kunnen doen veranderen en daarmee een impact hebben op de analyses. Besloten wordt, dat Griet Heuvelmans deze gegevens beschikbaar maakt en dat ze worden ingebracht in de analyses. *Naschrift: na overleg worden deze meetreeksen met SWAP gesimuleerd voor de klimaatperiode van 30 jaar, met 10 jaar opwarmperiode, en tevens met Menyanthes. De beste van de 2 (per reeks, op basis van R^2 metingsimulatie) wordt weerhouden voor het herdoen van de analyse actualiseringsbehoefte.*
- Marcel Voet vraagt hoeveel gebruikte meetreeksen korter zijn dan 5 jaar, en of die wel een betrouwbare schatting opleveren van GHG/GLG. 58 meetreeksen zijn korter dan 5 jaar. Alleen de reeksen met betrouwbare schattingen van GHG/GLG zijn weerhouden voor verdere analyse (concreet: met standaardfout GxG <20 cm).
- Marcel Voet vraagt hoe het neerslagoverschot bepaald werd. De schatting gebeurde op basis van de neerslag in 5 stations in Vlaanderen, en de potentiële evapotranspiratie in 1 station (Melle). Het tijdreeksmodel bepaalt zelf de verhouding tussen potentiële evapotranspiratie en neerslag, dit is geen vast gegeven.
- Verschuivingen: omdat de oude drainageklassenkaart gebaseerd is op een morfologische interpretatie en de GxG hydrologisch zijn gedefinieerd, kunnen verschillen niet als zuiver ten gevolge van vernatting of verdroging worden geïnterpreteerd. Verdroging kan, in de analyse van deze studie, gemaskeerd worden door de op morfologie gebaseerde getallen, en kan ook onzichtbaar zijn bij de droge drainageklassen. Communicatie hierover naar buiten dient dus genuanceerd te gebeuren.
- Marcel Voet vraagt of de positie van de peilbuis binnen de polygoon in rekening is gebracht, centraal of dichtbij een grens. De positie werd niet in rekening gebracht, omdat het de bedoeling was om de hele kaart, dus ook de delen dichtbij de grenzen, te valideren.
- Er wordt gevraagd of het niet mogelijk is om de puntgegevens van de kartering te gebruiken ipv de polygoon. Los van het enorme werk dat dit zou opleveren helpt dat niet met het uiteindelijke doel, nl een validatie van de huidige drainageklassekaart geïnterpreteerd als een set van GHG, GLG.
- Presentatie actualisatiebehoefte gebieden en kostenschatting: Een GIS-bestand waarin per combinatie deelgebied-drainageklasse de daarvoor berekende kwaliteitsparameters (MAE_{GxG} , MIE) zijn gedocumenteerd biedt de gebruiker de mogelijkheid eigen criteria te gebruiken om de meest actualiseringsbehoefte arealen aan te duiden, afhankelijk van de behoefte. De projectuitvoerders

zullen een voorbeeld uitwerken en in de rapportage presenteren. Hierbij wordt gedacht aan $MAE_{GxG} > 20$ cm als actualiseringsbehoefte, waarbij dit grensgetal voor "natte" drainageklassen wat kleiner wordt omdat daar kleine verschillen een grote impact (bv. op vegetatieontwikkeling) hebben. In dit uitgewerkte voorbeeld zal ook de kostenschattting voor een actualisatie worden gemaakt op basis van "expert-schatting" van de invoerparameters. Presentatie als kaart en als beschrijvende tabel.

2. Resultaten van de actualisatie in het proefgebied nabij Damme

- Naar aanleiding van de verschillen in kaartkwaliteit tussen strata wordt gevraagd of er een voorspelling van de relatie tussen bemonsteringsinspanning en kaartkwaliteit kan worden gemaakt, met name voor de gebieden waar terreinparameters niet veel verklarende kracht hebben bij de kartering. Zo een relatie kan echter slechts achteraf en voor het gekarteerde gebied worden gemaakt, en kan niet zonder risico op andere gebieden worden toegepast. Peter Finke pleit daarom eerder voor een 2-fasen herkartering, waarbij na de eerste fase wordt nagegaan in welke van de gekarteerde deelgebieden een extra bemonsteringsinspanning (en de omvang daarvan) noodzakelijk is om tot een gewenste kwaliteit te komen.

3. Activiteiten in Wallonië m.b.t. de actualisatie van drainageklassenkaarten

- De activiteiten in Wallonië op dit gebied lijken zich te beperken tot het verfijnen van de morfologische benadering en er zijn geen concrete plannen voor een actualisatie.

4. Planning

Onderstaande tabel geeft de status bij de start van de vergadering weer. Oplevering van een compleet concept-rapport in november lijkt haalbaar. Ook na uitvoering van de gevraagde extra activiteiten rondom de met SWAP-gemodelleerde peilbuizen streven we naar een conceptrapport per eind november, hoewel de mogelijkheid tot een verzoek tot een verlate eindoplevering (na eind januari 2011) niet kan worden uitgesloten. Dit wordt in de komende periode in overleg met Petra Deproost beslist.

De volgende vergadering wordt gepland op **maandag 29 november om 9u30**.

Fase	Beschrijving	Maand in 2009												Maand in 2010											
		N	-	N	O	O	O	O	O	O	O	O	O	N	-	N	O	O	O	O	O	O	O	O	O
1.1	Inwerken en voorbereiding startvergadering																								
1.2	Startvergadering : planning; gebruikersidentificatie; verslaglegging																								
1.3	Gebruikersinventarisatie: wensen t.a.v. "nieuwe" kaart																								
1.4	Deskstudie: definitie en/of review van actualisatiemethoden																								
1.5	Vergadering 1 : Voorstellen & evaluatie meest geschikte actualisatiemethode																								
1.6	Verslaglegging (+ conclusies over aan te bevelen methode + strategie vervolg)																								
1.7	Vergadering 2 : Tussentijds rapport Gebr.inventarisatie&Methodekeuze; Vervolgstrategie																								
2.1	Actualisatie proefgebied: gebiedskeuze en verzamelen bestaande gebiedsgegevens																								
2.2	Actualisatie proefgebied: lokatiekeuze veldwerk (tbv kartering en onafhankelijke validatie)																								
2.3.1	Actualisatie proefgebied: veldwerk droog seizoen (eind zomer 2009)																								

Fase	Beschrijving	Maand in 2009												Maand in 2010											
		N	-	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	N	-	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2.3.2	Actualisatie proefgebied droog seizoen: meten in bestaande piezometers																								
2.4.1	Actualisatie proefgebied: veldwerk nat seizoen (eind winter ca maart 2010)																								
2.4.2	Actualisatie proefgebied nat seizoen: meten in bestaande piezometers																								
2.5	Tijdreeksanalyse en kartering; kaartproductie																								
2.6	Postprocessing (proefgebied + eerdere karteringen) => parameters gebruikers																								
2.7	Rapportering actualisering																								
2.8	Vergadering 3: Presentatie resultaten actualisering																								
3.1	Deskstudie: raming actualisatiebehoefte; schatting kostprijs actualisatie; link met Wallonië																								
3.2	Vergadering 4: Evaluatie obv rapportage van proef-act.; -behoefte; -kostprijs; Wallonië																								
4.1	Concept-eindrapportage																								
4.2	Vergadering 5: Evaluatie concept eind-rapport																								
5	Afronding en oplevering eindrapport																								

5. Inhoudsopgave finaal rapport

- Niet besproken. Projectuitvoerders nemen aan dat dit voorstel akkoord is.

Bijlage 8: Verslag stuurgroepbijeenkomst 5 (29-11-2010)

Ontwikkelen en uittesten van een methodiek voor het actualiseren van de drainageklasse van de bodemkaart van Vlaanderen

Verslag Stuurgroep 29 november 2010

Aanwezig

Petra Deproost (LNE-ALBON), Erwin Severs (OVAM), Griet Heuvelmans (VMM), Marcel Voet (VMM), Greet Ruysschaert (ILVO), Johan Van de Wauw (UGent), Peter Finke (UGent), Nathalie Cools ((NBO), Carole Ampe (VLM), Alexander Vandenbohede (UGent), Ingeborg Joris (VITO), Linsey Vanthournout (LNE-ALBON), Liesbeth Vandekerckhove (LNE-ALBON)

Verontschuldigd

Geert Baert (HOAGENT), Jos Van Orshoven (KUL-SADL), Wim Cornelis (UGent), Frank Elsen (BDB)

Verslag vorige bijeenkomst

Er waren geen opmerkingen bij het verslag van de vorige stuurgroepbijeenkomst.

Bespreking concept eindrapportage

De vergadering heeft als onderwerp de hoofdstukgewijze bespreking van het concepteindrapport. Petra Deproost meldt dat ze tekstueel commentaar aan opdrachtnemers zal toesturen.

Hoofdstukken 1, 2, 3

Peter Finke meldt dat de woorden "in Wallonië" zijn weggefallen aan het eind van hoofdstuk 1 waar het gaat over de inhoud van hoofdstuk 6. Hoofdstukken 2 en 3 waren reeds eerder besproken (tussenrapport) en hierop is verder geen commentaar.

Hoofdstuk 4 Actualisatiestudies

Peter Finke presenteert kort de resultaten van de actualisatiestudies in Dijle en Kluizen.

Petra Deproost vindt de definitie van "dichtheid drainagenetwerk" niet duidelijk. Het gaat om het aantal gridcellen binnen een zoekstraal dat door waterlopen wordt aangesneden, uitgedrukt als fractie van het areaal binnen de zoekstraal. De omschrijving wordt aangepast.

Ingeborg Joris merkt op dat Methode E leidt tot vervlakking. Dit mede omdat bij een herklassificatie het aantal voorkomende drainageklassen slechts kan afnemen. Dit zou in het rapport gemeld moeten worden als een uitwerking van het begrip "plausibiliteit" van het kaartbeeld. Dit wordt toegevoegd.

Griet Heuvelmans stelt de vraag of er geen probleem van overfitting is (tabel 30), waardoor de halve dataset bijna even goed presteert als de hele dataset. Als er bij de keuze van het regressiemodel gewerkt zou worden met een onafhankelijke validatieset kan dat probleem verholpen worden. In principe is dat een goede suggestie – maar het vereist extra waarnemingen die dan niet verder gebruikt worden. Dit zou kunnen in deze proefactualisatie, maar is een extra kost als er effectief geherkarterd wordt.

Petra Deproost vraagt of er een verklaring is waarom de verklaarde variantie van het regressiemodel blijkbaar vaak beter is dan in Nederland. Dit komt wellicht door de fijnere schaal en de kleinere strata waarmee gewerkt is.

Carole Ampe stelt, dat in de polders een herkartering waarschijnlijk tot betere resultaten zal leiden dan een herklassificatie omdat (i) de via de tabel van Vynckier verkregen drainageklassen eerder regionaal dan lokaal de grondwatersituatie beschrijven, en (ii) het oppervlaktereliëf via het hoogtemodel een krachtige voorspeller van grondwaterdiepte zal zijn, zeker in gebieden met beheerst peil.

Marcel Voet vindt 2 bezoeken nog steeds erg weinig. Het lijkt hem beter om op zijn minst op een deel van de locaties met dataloggers te werken, zodat een langere reeks data beschikbaar is. Voor alle puntlocaties lijkt dat onmogelijk, want die liggen vaak op privéterrein en in velden. Carole Ampe merkt op dat dit eventueel in de MAP2 buizen zou kunnen gebeuren. Een nadeel hiervan is wel dat deze bij staalname leeggepompt worden.

Hoofdstuk 5 Actualisatiebehoefte

Carole Ampe meldt, dat de oorspronkelijke kartering van de kuststreek (kustduinen) een lagere waarnemingsdichtheid kende (ca 1/5 hectare). Sinds de kartering is de geomorfologie lokaal (met name in de Westhoek) sterk veranderd (loopduinen). Dit zorgt ervoor dat de fouten in drainageklasse a waarschijnlijk niet te wijten zijn aan de omzettingstabel van Vynckier, maar aan de niet langer correcte kaarteenheidcode van sommige kaartvlakken waar veel peilbuizen staan. Daarnaast kent met name de Westhoek een geschiedenis van sterk variërende grondwateronttrekkingen, hetgeen ook de beoordeling kan beïnvloeden. In het ecodistrict Polders en getijdenschelde is de omzettingstabel van Vynckier waarschijnlijk wat te algemeen voor een goede klassificatie.

Hoofdstukken 6 (bevraging Wallonië) en 7 (Samenvatting en Besluit)

Op deze hoofdstukken is er geen commentaar.

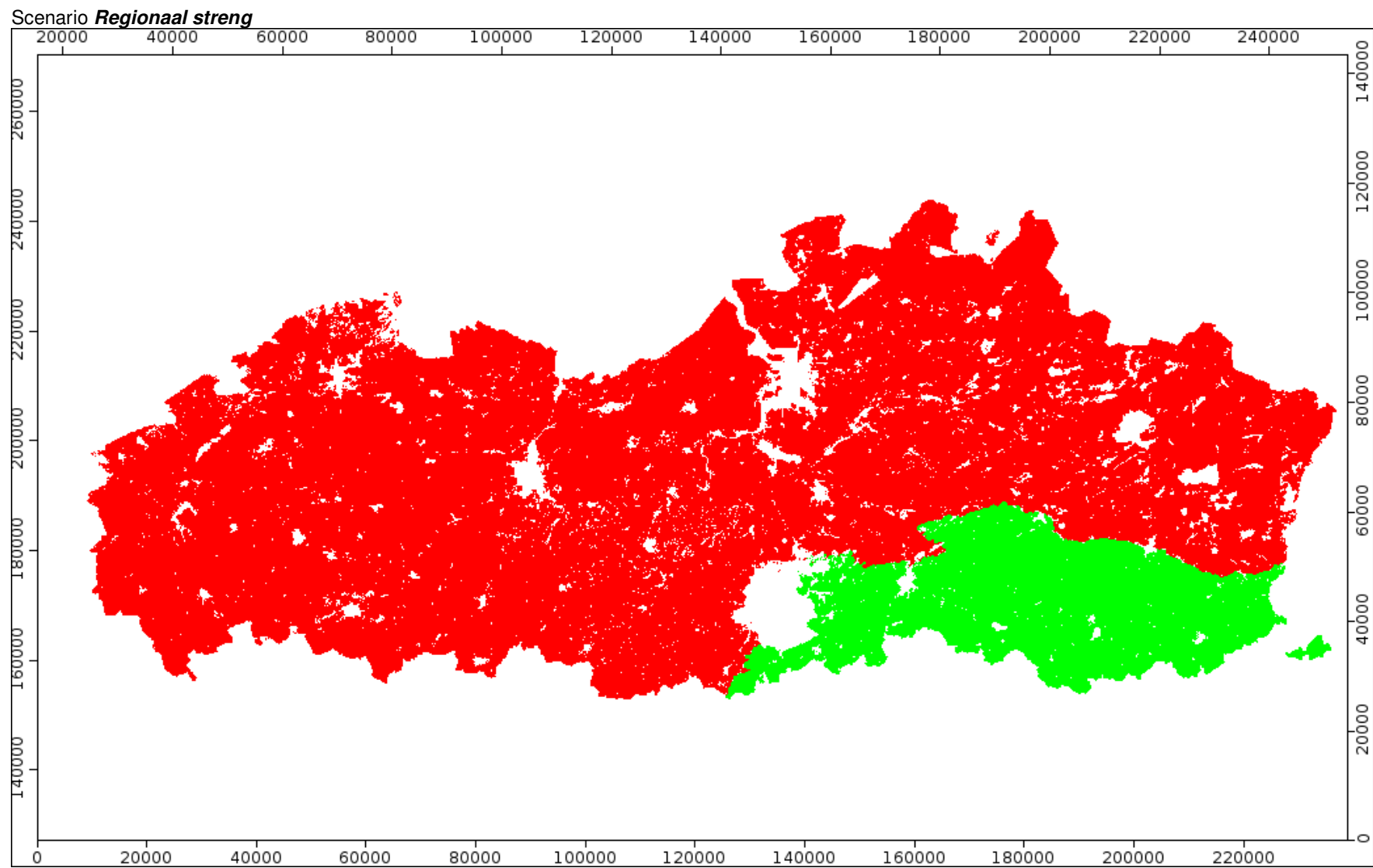
Afspraken en afsluiting.

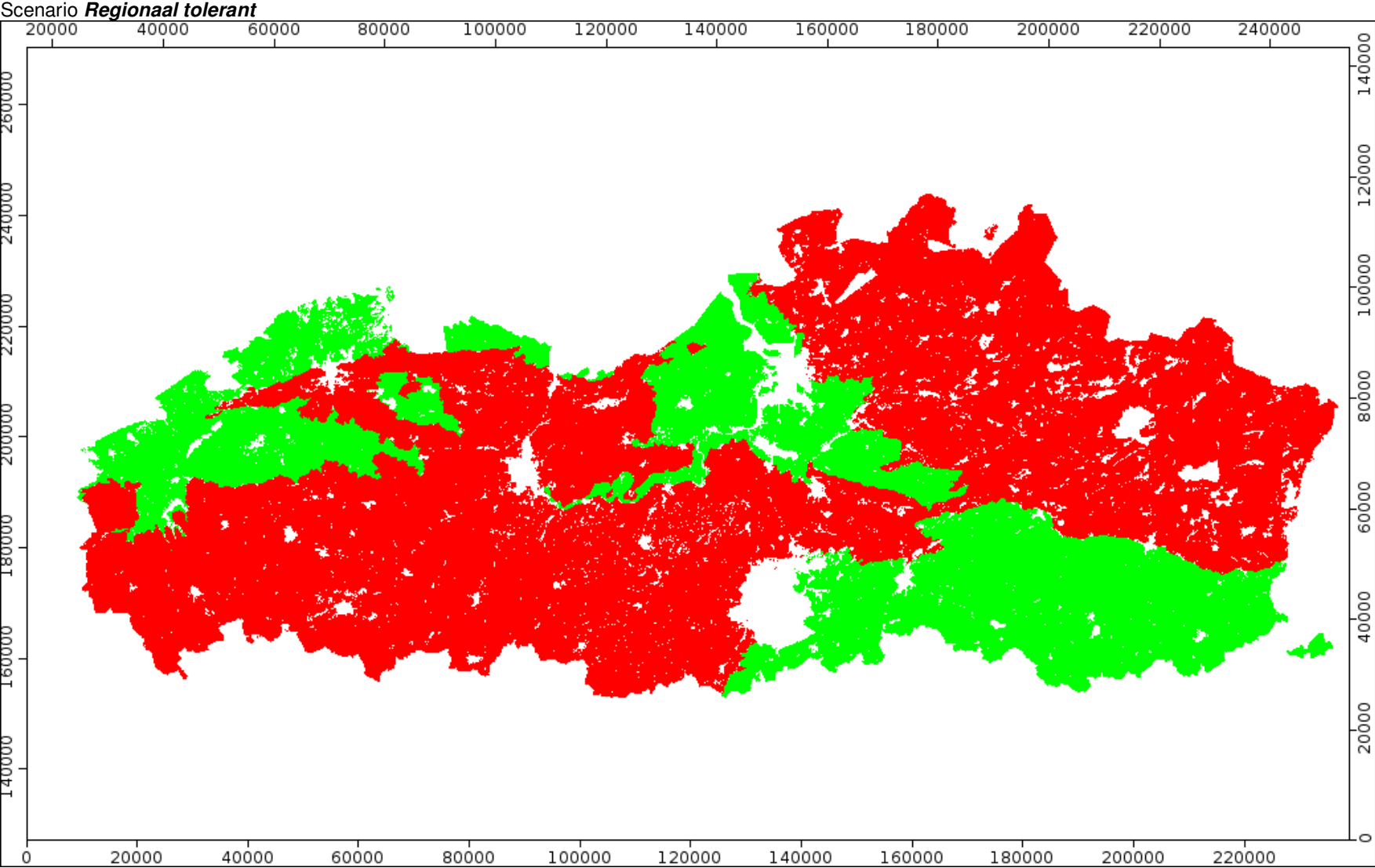
Behalve de digitale kaartbestanden zullen ook de binnen dit project verzamelde punt-GxG gegevens met een schatting van de meetfout, na oplevering door LNE worden doorgeleverd aan DOV, zodat ze voor eenieder beschikbaar zullen komen.

Op de projectwebsite zal het eindrapport na oplevering voor een periode beschikbaar blijven. Peter Finke zal deze periode aan de stuurgroep melden.

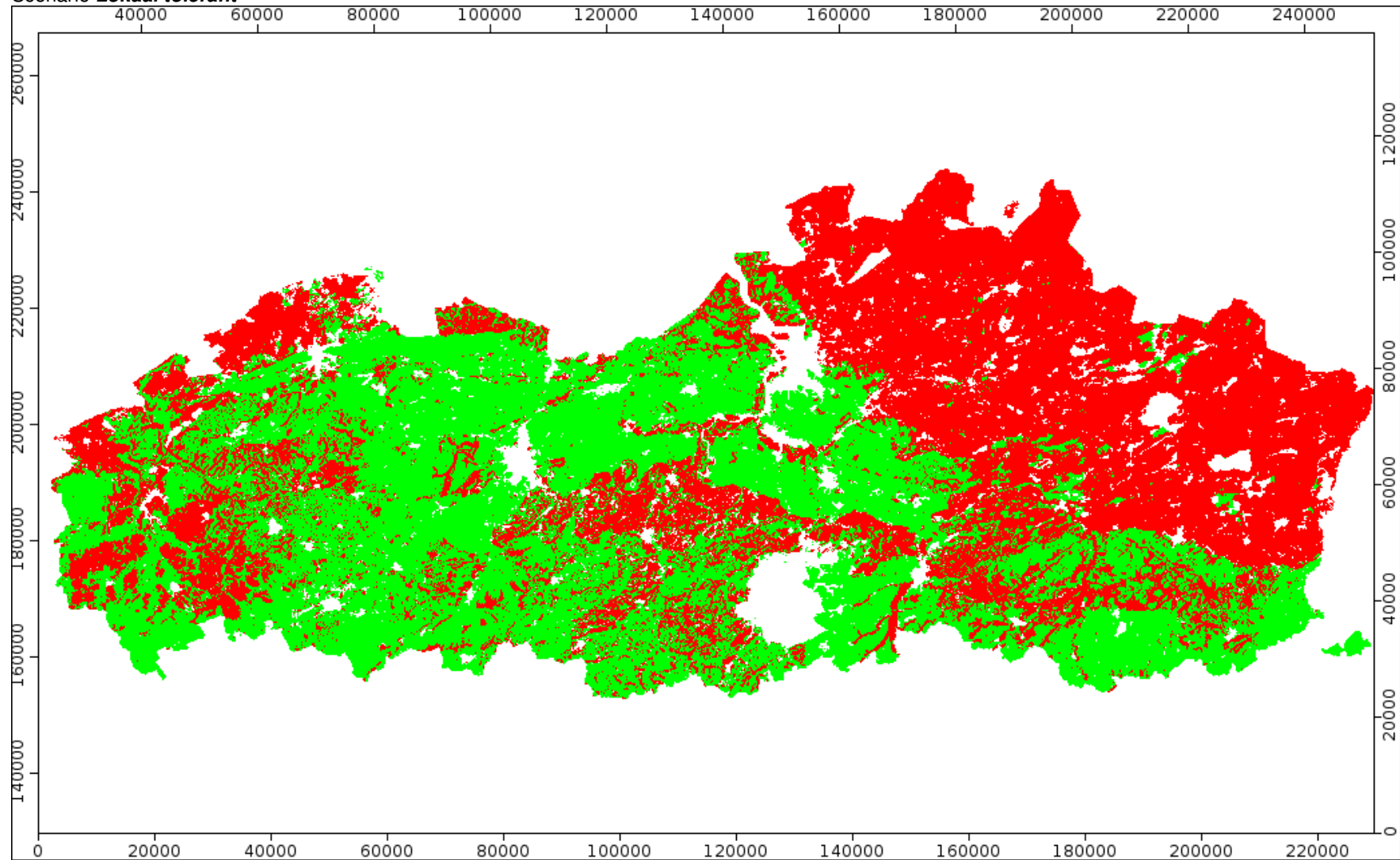
Petra Deproost bedankt de vergadering voor de positieve bijdragen aan dit project.

Bijlage 9: Kaarten met actualisatiearealen voor 3 scenario's





Scenario **Lokaal tolerant**



Bijlage 10: Omzettingstabel Vynckier (met aanvulling)

Bijlage 10: Omzettingstabel Vynckier van geomorfologische naar morfogenetische legende voor de kuststreek (met aanvulling)

Omzetting van geomorfologisch naar morfogenetisch classificatiesysteem

(C. VYNCKIER)

	Polder- bodemtype	Drainage	Bodemserie
I OUDLAND			
1 Kreekruggronden			
	A0	b	Sbp
	A1	b	sLbp
	A2	c	s-Lcp
	A3	d	sL/Edp
	A4	d	lEdp
	A4l	d	lL/Edp
	A5	d	l-E/Udp
	A5l	d	l-Edp
	A6	d/e	(l)U/Ed/ep
	Ab1	d/e	l-U/Ed/epy
2 Poelgronden			
	B1	d/e	(v)E/Ud/ep
	B2	e	v-Uep
	B3	f	vUfp
	B4	g	Vgp
3 Kalkarme poelgronden			
	Bk1	e	(v)E/Uep
	Bk2	e/f	v-Ue/fp
	Bk2	f	vUfp
4 Oude kleiplaatgronden			
	C1	d	u-Udp
	C2	d/e	u-Ud/ep
	C3	d	l-U/Edp
5 Overdekte wadengronden			
	W1	d	w-E/Udp
	W2k	d/e	uE/Ud/ep
	W2z	d	sE/Udp
6 Geulgronden			
	G1	e	Uep
	G2	e	Uep
	G3	f	Ufp
7 Gronden van de Lage Moeren			
	M1	e	L/Eep(o)
	M2	f	l-Vfp(o)
	M3	f	l-Ufp(o)
8 Overdekt-pleistocene gronden			
	P1	d	lPd
	P2	d	l-Pd
	P3	d	lL/Edp
	P4	d	lL/Edp

substraat:

(w) = > 100 cm
w- = 60 - 100 cm
w = < 60 cm

Bijlage 10: Omzettingstabel Vynckier (met aanvulling)

	P6k	d/e	uEd/ep
	Pb1	d/e	v-Ud/epz
	Pb2	e	vUepz
	Pb3	f	vUfpz
1 Overdekt tertiaire gronden			
	T4	d/e	u-L/Ed/ep
	T6	e	u-Uep
	Tb2	e	v-Uepy
10 Kunstmatige gronden			
	OO	d/e	OOd/e
	OL	d/e	OLd/e
	OE1	d	OE1d
	OE2	e	OE2e
	OU1	e	OU1e
	OU2	e/f	OU2e/f
	OUw	e	OUwe
	OUp	d/e	OUpd/e
	OG1	e	OG1e
	OG2	e/f	OG2e/f
	OZ	d/e	OZd/e
	OA	d/e	OAd/e
	ON	d	ONd
	OT	d	OTd
	OC	d	OCd
II Middelland			
1 Overdekte Kreekruggronden			
	D1	b	sLbp
	D2	c	s-Lcp
	D3	d	sL/Edp
	D4	d	lEdp
	D4l	d	lL/Edp
	D5	d	l-E/Udp
	D5l	d	l-Edp
	Df1	d/e	l-Ud/epy
	Dk4	d	uEdpz
	Dk5	d	uEdpz
	DI2	d	lLdpz
	DI4	d	uL/Edpz
	DI5	d	uL/Edpz
	DI6	d	u-L/Edpz
2 Dekkleigronden			
	E1	d	E/Udp
	E1l	d	Edp

Bijlage 10: Omzettingstabel Vynckier (met aanvulling)

	F4	g	Vgp
	Fk1	e	uEep
	Fk1d	e	uEepz
4 Geulgronden			
	G1	e	Uep
	G2	e	Uep
	G3	f	Ufp
5 Overdekt pleistocene gronden (zie Oudland)			
III Nieuwland			
1 Strandruggronden			
	A1	b	Zbp
	A1h	b	(s)Zbp
	A2	b	Sbp
	A2k	b	u-Sbp
	A2z	b	s-Sbp
2 Schorggronden			
	B1	d	IE/Udp
	B2	d	I-E/Udp
	B3	d	(I)E/Udp
IV Nieuwland van het Zwin			
1 Lichte schorggronden			
	Ba	d	Edp
2 Zware schorggronden			
	Bb1	d	IE/Udp
	Bb1k	d	IE/Udpy
	Bb2	d	I-E/Udp
	Bb2k	d	I-E/Udpy
	Bb3	d/e	(I)E/Ud/ep
	Bb2k	d/e	(I)E/Ud/epy
3 Zeer zware schorggronden			
	Bc0	d/e	sUd/ep
	Bc1	d/e	I-Ud/ep
	Bc1k	d/e	I-Ud/epy
	Bc2	d/e	I-Ud/ep
	Bc3	d/e	(u)Ud/ep
V Historische Polders van Oostende			
1 Kleiplaatgronden			
	K1	d/e	uE/Ud/ep
	K1l	d/e	uE/Ud/epz
	K2	d/e	uE/Ud/ep

Bijlage 10: Omzettingstabel Vynckier (met aanvulling)

	G2	e	Uep
	G3	f	Ufp
VI Landschap van de Moeren			
1 Gronden op zandig materiaal			
	Sl	c/d	Sc/dp
	uSl	c/d	uSc/dp
	Sm	d	Sdp
	uSm	d	uSdp
2 Gronden op zandlemig materiaal			
	Pl	d	Pdp
	sPl	d	sPdp
	uPl	d	uPdp
	Pm	d/e	Pd/ep
	sPm	d/e	sPd/ep
	uPm	d/e	uPd/ep
	Pn	e	Pep
3 Gronden op Kleiig materiaal			
	El	d	Edp
	sEl	d	sEdp
	Em	d/e	Ed/ep
	Emz	d/e	Ed/epz
	En	e	Eep
VII Duinstreek			
1 Hoge duinen			
	A0	a	Zap
2 Duingronden			
	B1	a	Zap
	B2	c	Zcp
	B3	d	Zdp
3 Geëgaliseerde duingronden			
	C1	b	Zbp
	C2	c	Zcp
	C3	d	Zdp
4 Overgangsgronden			
	Da	d	uZdp
	Db	d	uSdp

Bijlage 10: Omzettingstabel Vynckier (met aanvulling)

Aanvulling voor herclassificatiekartering Moerkerke-Damme

Lichte gronden met storende laag (Nieuwlandpolders Zwin)	z.L: aleu/e z.Lk2: aleu/f z.Lk4: aleu/e
Zware gronden met storende laag (Nieuwlandpolders Zwin)	z.Kv: aleu/e
Overdekte Pleistocene gronden (Nieuwlandpolders Zwin)	z.P1: zsp/h z.P2 zsp/h z.P7 aleu/f z.Pk4 :aleu/e z.PI2:aleu/e z.PI4 :aleu/e z.Pm : aleu/f

Bijlage 10: Omzettingstabel Vynckier (met aanvulling)

Bijlage 11: Bevraging betreffende actualisatie drainageklassenkaarten Waalse gewest

Antwoorden bevraging

B. Van Wesemael (UCL)

X. Legrain (Ulg, Gembloux)

Département Géographie, UCL : Bas van Wesemael

Questionnaire concernant les classes de drainage des sols

Questions sur la nécessité d'une actualisation des classes de drainage au sud du pays

- Quelles sont les raisons pour une actualisation des classes de drainage au sud du pays?

Nous utilisons les classes de drainage pour un modèle empirique qui décrit la distribution spatiale du carbone organique dans les sols agricoles (voir l'article de Meersmans et al). Faute de données récentes, nous utilisons les classes de drainage telles que définies sur la carte des sols.

- Quelle est l'urgence d'une actualisation des classes de drainage?

L'actualisation des classes de drainage est urgente pour améliorer le modèle empirique de carbone cité au dessus et pour introduire ces classes de drainage dans des simulations de l'évolution de carbone.

- Les zones qui requièrent une actualisation de la classe de drainage des sols sont-elles déjà identifiées ? Par exemple, des zones où le niveau de la nappe phréatique a baissé suite à un drainage intensif, à un captage d'eau, ... ; ou des zones où le niveau de la nappe phréatique a augmenté suite à une irrigation ou à une recharge pour des raisons écologiques (aménagement des marais, ...), voire autres.

Comme nous travaillons à l'échelle régionale, une couverture complète serait le plus intéressant. Il va sans dire que en général la nappe est plus profonde en Wallonie qu'en Flandres à cause de la topographie plus prononcée. Les vallées de rivières et les plateaux ardennais serait les zones où le drainage aurait changé surtout.

Activités d'une actualisation déjà entreprises ou prévues au sud du pays

La personne qui a actualisé la carte pédologique de la Wallonie est Laurent Bock (et son équipe). Il sera le plus capable de répondre à ces trois questions.

- Quelles étaient les dernières cartographies pédologiques?
- Y a-t'il eu des nouvelles cartographies pédologiques / actualisations?
- Des nouvelles cartographies ou actualisations locales/régionales/... sont-elles prévues dans l'avenir?

Unité de Sciences du sol de Gembloux Agro-Bio Tech (ULg) : Xavier Legrain.

Questionnaire concernant les classes de drainage des sols

Questions sur la nécessité d'une actualisation des classes de drainage au sud du pays

- Quelles sont les raisons pour une actualisation des classes de drainage au sud du pays?
 - *Classes de drainage relativement larges, surtout pour la classe « d » (50-80 cm), sans parler des complexes de drainage de type « D » (50-120 cm) ;*
 - *Selon la règle d'assignation des classes de drainage, seule la profondeur d'apparition de taches d'oxydo-réduction est prise en compte. Aucune information n'est donnée quant à l'évolution de ces taches en profondeur, la règle laissant entendre implicitement une évolution vers toujours plus de taches, jusqu'à atteindre éventuellement la nappe. Or, d'autres cas de figure existent, avec par exemple une diminution voire une disparition des taches en profondeur (exemple des stagnogleys). De plus, il est difficile de savoir comment l'aspect de la matrice (plus ou moins terne ou brillante) a été pris en compte, information selon nous aussi importante que la présence de taches pour rendre compte de l'état hydrique du sol.*
 - *La compréhension des mécanismes ayant donné lieu à des héritages périglaciaires de type glosses (horizons B tachetés) étant apparue en cours de levé, la question reste entière quant à la façon dont ces glosses ont été prises en compte dans le diagnostic, en relation avec leur morphologie, leur éventuelle fonctionnalité, ...*
- Quelle est l'urgence d'une actualisation des classes de drainage?

Le travail à réaliser est d'une grande ampleur. La priorité est donnée à l'actualisation du drainage des terres de cultures. Le timing sera fonction du budget alloué à la révision de la CNSW.

- Les zones qui requièrent une actualisation de la classe de drainage des sols sont-elles déjà identifiées ? Par exemple, des zones où le niveau de la nappe phréatique a baissé suite à un drainage intensif, à un captage d'eau, ... ; ou des zones où le niveau de la nappe phréatique a augmenté suite à une irrigation ou à une recharge pour des raisons écologiques (aménagement des marais, ...), voire autres.

Comme expliqué au premier point, la réactualisation porte sur une meilleure définition des classes existantes suite aux raisons explicitées, plus que sur une nécessité de les adapter à des changements survenus sur le terrain (suite à une irrigation ou à du drainage). La priorité a été donnée aux sols ayant une classe de drainage d et D, du fait de la contrainte hydrique pour les cultures (les sols à meilleur drainage ne posent pas de problèmes, ceux à drainage encore plus déficitaire ne sont généralement pas affectés à la culture). Il s'agit essentiellement de la région limoneuse hennuyère, ainsi que de la hesbaye humide, où se situent des substrats peu perméables (argiles du Tertiaire dans le premier cas, schistes siluriens dans le second cas). Sur le terrain, les sols à drainage c, h et i sont cependant intégrés dans la réflexion. Il est envisagé à l'avenir de mieux appréhender l'effet du drainage artificiel sur les caractéristiques hydromorphiques des sols.

Activités d'une actualisation déjà entreprises ou prévues au sud du pays

- Quelles étaient les dernières cartographies pédologiques?

Les dernières cartographies au sud du pays datent des années '80 (fin officielle du programme de cartographie de sols en 1991).

- Y a-t'il eu des nouvelles cartographies pédologiques / actualisations?

La phase « Révision partielle » du Projet de Cartographie du Numérique des Sols de Wallonie, exécutée entre 2007 et 2009, a initié un travail de réactualisation des classes de drainage. Elle a développé une méthodologie afin de décrire le plus objectivement possible l'hydromorphie tout au long d'un sondage et d'assigner un « code de drainage » à chaque carotte (~10 cm) du sondage, ainsi qu'au sondage dans son ensemble. La méthodologie a été développée et testée sur des zones de référence (masses cadastrales de quelques centaines d'hectares).

- Des nouvelles cartographies ou actualisations locales/régionales/... sont-elles prévues dans l'avenir?

Le projet de Révision de la Carte Numérique des Sols de Wallonie, à vocation permanente et se voulant poursuivre les objectifs de la phase précédente, continue à travailler sur cette thématique, en réactualisant (par sondages) annuellement des parcelles situées sur tout le territoire wallon.

