



Buisdrainagekaart 2015

Update landelijke buisdrainagekaart op basis van de landbouwmetellingen van 2012

H.Th.L. Massop en C. Schuiling



ALTERRA
WAGENINGEN UR

Buisdrainagekaart 2015

Update landelijke buisdrainagekaart op basis van de landbouwmetellingen van 2012

H.Th.L. Massop en C. Schuiling

Dit onderzoek is uitgevoerd door Alterra Wageningen UR in opdracht van en gefinancierd door de provincie Overijssel (Projectnummer 5200042581).

Alterra Wageningen UR
Wageningen, februari 2016

Alterra-rapport 2700
ISSN 1566-7197

Massop, H.Th.L. en C. Schuiling, 2016. *Buisdrainagekaart 2015; Update landelijke buisdrainagekaart op basis van de landbouwmeitellingen van 2012*. Wageningen, Alterra Wageningen UR (University & Research centre), Alterra-rapport 2700. 54 blz.; 27 fig.; 11 tab.; 17 ref.

Voor hydrologische berekeningen is informatie over buisdrainage veelal een noodzakelijk gegeven. Op basis van de landbouwmeitellingen 2010 is een landsdekkende kaart met het voorkomen van buisdrainage afgeleid. Bij de meetellingen van 2012 is opnieuw het areaal buisdrainage geïnventariseerd en bovendien zijn enkele aanvullende vragen gesteld over o.a. de diepte van buisdrainage, het functioneren van buisdrainage en de aanwezigheid van maaiveldgreppels. Door de bedrijfsgegevens m.b.t. areaal buisdrainage te combineren met het BRP-gewassenbestand van 2012, met informatie over de ruimtelijke ligging van de percelen van de landbouwbedrijven, is op bedrijfsniveau buisdrainage toegekend aan gebruikspcelen. Deze kaart is aangevuld op basis van informatie van Top10NL en LGN7. Omdat tevens de draindiepte is geïnventariseerd, zijn twee drainagedieptekaarten gemaakt, nl. op basis van vuistregels en volgens opgave van de boeren. Dit heeft ook geresulteerd in twee drainageweerstandskarten. Naast genoemde karten zijn karten gemaakt over functioneren van drainage en van de verspreiding van peilgestuurde drainage en maaiveldgreppels.

Hydrological modelling often requires information on subsurface drainage. Based on farm management information for the year 2010 a nationwide map was derived on the occurrence of subsurface drainage systems. More recent information on subsurface drainage based on farm management in 2012, included drain depth, the functioning of subsurface drainage and the presence of surface trenches. Combining farm information of plots equipped with a subsurface drainage system and the spatial locations of the plots on the farms, a nationwide map containing information on subsurface drainage was produced. This map was supplemented with information based on the Top10NL and the LGN7 databases. Finally two maps were produced, one based on drain depth from the inventory and a second based on rules of thumb resulting in two different maps concerning drainage resistance. Besides that, various other maps were produced presenting the functioning of drainage systems and the distribution of controlled drainage and surface trenches.

Trefwoorden: buisdrainage, karterbare kenmerken, maaiveldgreppels, peilgestuurde drainage

Dit rapport is gratis te downloaden van www.wageningenUR.nl/alterra (ga naar 'Alterra-rapporten' in de grijze balk onderaan). Alterra Wageningen UR verstrekt *geen* gedrukte exemplaren van rapporten.

© 2016 Alterra (instituut binnen de rechtspersoon Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek), Postbus 47, 6700 AA Wageningen, T 0317 48 07 00, E info.alterra@wur.nl, www.wageningenUR.nl/alterra. Alterra is onderdeel van Wageningen UR (University & Research centre).

- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking van deze uitgave is toegestaan mits met duidelijke bronvermelding.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor commerciële doeleinden en/of geldelijk gewin.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor die gedeelten van deze uitgave waarvan duidelijk is dat de auteursrechten liggen bij derden en/of zijn voorbehouden.

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

Alterra-rapport 2700 | ISSN 1566-7197

Foto omslag: Harry Massop

Inhoud

	Woord vooraf	5
	Samenvatting	7
1	Inleiding	9
	1.1 Doel	9
	1.2 Achtergrond	9
	1.3 Aanleiding	9
	1.4 Resultaten	10
	1.5 Leeswijzer	10
2	Materiaal en methode	11
	2.1 Materiaal	11
	2.1.1 Landbouwmetellingen en basisregistratie percelen	11
	2.1.2 Aanvulling op de landbouwmetelling	13
	2.1.3 Karteerbare kenmerken	14
	2.2 Methode	18
	2.2.1 Toekenning buisdrainage aan bedrijfspercelen	18
	2.2.2 Diepte drainage	22
	2.2.3 Weerstand buisdrainage	23
3	Resultaten	25
	3.1 Buisdrainagekaart op basis van metellingen	25
	3.2 Aanvulling overig landgebruik	26
	3.3 Diepte buisdrainage	27
	3.4 Weerstand buisdrainage	30
	3.5 Peilgestuurde drainage	32
	3.6 Werking drainage	34
	3.7 Maaiveld drainage	35
4	Plausibiliteit	38
	4.1 Omvang areaal gedraineerd	38
	4.2 Vergelijking buisdrainagekaart 2012 met buisdrainagekaart 2015	39
	4.3 Opgave gedraineerd areaal	40
5	Conclusies en aanbevelingen	43
	Literatuur	45
	Bijlage 1 Meitellingen 2012 Vraag 8g Drainage	47
	Bijlage 2 Draindiepte volgens metellingen 2012	48
	Bijlage 3 Vergelijking drainagekaart Waterschap Noorderzijlvest met buisdrainagekaart 2012	50

Woord vooraf

Op basis van de metingen 2010 is een landelijke buisdrainagekaart van Nederland afgeleid (Massop *et al.*, 2012). In 2012 is opnieuw via de metingen informatie verzameld over het voorkomen van buisdrainage en zijn op verzoek van Alterra enkele aanvullende vragen gesteld. Deze informatie was nog niet beschikbaar bij het samenstellen van de buisdrainagekaart op basis van de metingen uit 2010. De provincie Overijssel heeft in 2015 opdracht gegeven een nieuwe buisdrainagekaart af te leiden op basis van de gegevens van 2012. Wij willen Thomas de Meij bedanken voor dit initiatief.

Verder willen we Myrjam de Graaf van Waterschap Peel en Maasvallei en Arne Roelevink van Waterschap Noorderzijlvest bedanken voor het beschikbaar stellen van de laatste versie van de buisdrainagekaart van beide waterschappen.

Samenvatting

Voor hydrologische modelberekeningen is informatie noodzakelijk over de ruimtelijke ligging en eigenschappen van buisdrainage. Een eerste versie van een buisdrainagekaart stamt uit 2000 en was gebaseerd op gegevens ontleend aan enkele proefgebieden. Voor proefgebieden waren statistische relaties gelegd met karteerbare kenmerken, zoals Gt, bodem en landgebruik. De hiermee afgeleide ruimtelijke ligging van buisdrainage op de kaart kon echter sterk verschillen met de werkelijkheid.

In 2012 is een nieuwe versie gemaakt van de buisdrainagekaart, gebaseerd op gegevens van de metellingen van 2010. Deze kaart wordt toegepast in het NHI. Bij de metellingen 2012 is opnieuw het areaal buisdrainage op bedrijfsniveau geïnventariseerd. Daarnaast is een aantal aanvullende vragen gesteld, over o.a. de diepte van buisdrainage, het functioneren van buisdrainage, de toepassing van peilgestuurde drainage en de aanwezigheid van maaiveld drainage. Met behulp van deze nieuwe informatie is met dezelfde systematiek als voor de buisdrainagekaart 2012 een nieuwe buisdrainagekaart 2015 samengesteld. Voor de buisdrainagediepte en weerstand zijn steeds twee kaarten gemaakt, een kaart volgens de systematiek van buisdrainagekaart 2012 en een kaart waarbij – voor zover beschikbaar – de draandiepte is gebaseerd op informatie uit de metellingen.

De toekenning van buisdrainage aan bedrijven zonder buisdrainage of voor bedrijven die volledig zijn gedraineerd, is eenvoudig. Daarnaast zijn er bedrijven waarbij het oppervlak gedraineerd kleiner is dan het totale bedrijfsoppervlak. Voor de toekenning van buisdrainage aan een deel van de bedrijfspercelen bij landbouwbedrijven is gebruikgemaakt van karteerbare kenmerken als bodem, Gt en landgebruik. Verder is bij de toekenning rekening gehouden met natuurgebieden en het voorkomen van ondiepe keileem. In beide gevallen wordt niet gedraineerd, tenzij het areaal gedraineerd niet volledig kan worden toegekend. Voor Waterschap Peel en Maasvallei, Hunze en Aa's en Hollandse Delta is bij de toekenning rekening gehouden met de buisdrainagekaarten van deze waterschappen.

Het buisdrainagebestand voor het landbouwgebied is samengesteld op basis van gegevens uit de landbouwmetellingen en is voor de rest van Nederland aangevuld met vlakken die naar alle waarschijnlijkheid zijn gedraineerd. Deze aanvullende objecten zijn ontleend aan de TOP10NL, LGN7 en CBS Bodemstatistiek 2010 en betreffen o.a. sportvelden, begraafplaatsen, bebouwd gebied, infrastructuur, kassen, boom- en fruitkwekerijen en vliegvelden.

Voor modelberekeningen is niet alleen de aanwezigheid van buisdrainage van belang, maar ook de diepte en weerstand. Als eerste stap is de draandiepte toegekend overeenkomstig de werkwijze bij buisdrainagekaart 2012, vooral gebaseerd op vuistregels uit het cultuurtechnisch vademecum en informatie aangeleverd door de waterschappen. Omdat via de metellingen ook informatie beschikbaar is gekomen over de draandiepte is een tweede kaart gemaakt, waarbij voor zover als mogelijk de draandiepte volgens de metellingen is toegekend. Uit vergelijking van de kaarten blijkt dat volgens de enquête de draandiepten van 80, 90 en 100 cm verreweg het meest voorkomen. Ook geeft de enquête aan dat de draandiepte op de noordelijke kleigronden mogelijk minder diep is dan verwacht. Op basis van beide dieptekaarten zijn eveneens twee drainageweerstandskaarten afgeleid.

Een deel van de buisdrainage bestaat uit zogenaamde peilgestuurde drainage. Totaal over Nederland is 41.609 ha peilgestuurd, oftewel 6,3% van het gedraineerde areaal. Het grootste areaal ligt in Noord-Holland.

De boeren is gevraagd het functioneren van de buisdrainage te beoordelen op een schaal van 1 (slecht) tot 5 (goed). Het blijkt dat op 68,8% van het areaal het functioneren als goed (klasse 4 en 5) wordt beoordeeld. Op 5,1% van het areaal wordt het functioneren als slecht (klasse 1 en 2) beoordeeld.

In bepaalde delen van Nederland wordt maaiveld drainage toegepast. Veelal op slecht doorlatende gronden worden greppels aangebracht. Maaiveldgreppels mits ondieper dan 0,5 m staan niet op de topografische kaart. Bij de metingen is gevraagd naar het areaal met maaiveld drainage, waarbij is gevraagd onderscheid te maken in het areaal maaiveld drainage zonder buis drainage en met buis drainage. Totaal is 210.318 ha voorzien van maaiveldgreppels, 19.489 ha hiervan is eveneens voorzien van buis drainage. Gebieden met veel maaiveld drainage liggen in Friesland, het rivierengebied en de veengebieden van Noord- en Zuid-Holland, Utrecht en in de kop van Overijssel.

Het totale areaal gedraineerd wordt voor Nederland geschat op 800.000 ha. Uit de landbouwmetingen van 2012 volgt een areaal van 654.000 ha; dit areaal is zo veel mogelijk aangevuld op basis van andere bronnen.

1 Inleiding

1.1 Doel

Het doel van het onderzoek is het maken van een geactualiseerde landsdekkende kaart van het voorkomen van buisdrainage op basis van de metellingen van 2012, de recentste inventarisatie. Deze kaart wordt aangevuld met andere landgebruiksvormen die niet via de metellingen zijn geïnventariseerd, en die naar verwachting eveneens zijn gedraineerd, zoals kassen, sportvelden, begraafplaatsen en bebouwd en infrastructuur. In 2012 zijn eenmalig enkele aanvullende vragen gesteld m.b.t. buisdrainage, zoals de draindiepte, het voorkomen van peilgestuurde drainage, het functioneren van buisdrainage en de aanwezigheid van maaiveldgreppels. Ook deze aanvullende informatie wordt in kaarten verwerkt.

1.2 Achtergrond

Voor de inschatting van de effecten van hydrologische ingrepen zijn de aanwezigheid en de eigenschappen van buisdrainage een belangrijk gegeven. Als eerste aanzet om buisdrainage in kaart te brengen, is in 2001 in Noord-Brabant een aantal representatieve gebieden geselecteerd, waarbinnen vervolgens een veldinventarisatie heeft plaatsgevonden naar de aanwezigheid van buisdrainage. De resultaten zijn vergeleken met gebiedskenmerken, zoals landgebruik, bodem en Gt. Hieruit zijn vervolgens kennisregels afgeleid die zijn toegepast op heel Noord-Brabant. Op deze manier is een statistische kaart met het voorkomen van buisdrainage afgeleid; hierbij klopt globaal het areaal aan landbouwgronden met buisdrainage, maar de ruimtelijke toekenning kan sterk afwijken van de werkelijkheid. Dezelfde methode is toegepast om de eerste landelijke buisdrainagekaart van Nederland te maken; hierbij is aanvullend nog gebruikgemaakt van enkele gebiedsdekkende inventarisaties in enkele gebieden buiten de provincie Noord-Brabant. De afgeleide kaart is voorgelegd aan de waterschappen en verbeterd aan de hand van hun commentaar.

Op zeker moment is via de metellingen informatie opgevraagd over het areaal gedraineerde gronden per bedrijf. Aanvankelijk was de respons op deze vraag beperkt, maar in latere metellingen is de respons sterk verbeterd. De metelling geeft daarmee nagenoeg een landsdekkend beeld voor het landbouwareaal. Via de metellingen is op bedrijfsniveau het gedraineerde areaal bekend. Hoewel vervolgens nog steeds een keuze moet worden gemaakt aan welke percelen binnen een bedrijf drainage wordt toegekend, geeft deze informatie een duidelijke verbetering t.o.v. de voorgaande kaarten. Voor bedrijven die opgeven dat 0 resp. 100% van het bedrijfsoppervlak is gedraineerd, zijn de percelen exact bekend, en voor bedrijven met een percentage tussen 0 en 100% wordt een toewijzingsprocedure gevolgd die is ontwikkeld t.b.v. verwerking van de metellingen van 2010.

1.3 Aanleiding

De ligging van buisdrainage is een belangrijk invoergegeven voor hydrologische modelberekeningen. De aanwezigheid van buisdrainage in de bodem is echter niet af te leiden van bestaande kaarten of luchtfoto's. Door nieuwe informatie, zoals metellingen 2012 of informatie van de waterschappen, is verbetering van de bestaande buisdrainagekaart mogelijk. Op basis van de metellingen van 2010 heeft Alterra een verbeterde landsdekkende kaart van het voorkomen van buisdrainage gemaakt. De diepte van de buisdrainage is bepaald op basis van informatie van waterschappen en aangevuld met kennisregels uit het cultuurtechnisch vademecum. In de metelling van 2012 is opnieuw het voorkomen van buisdrainage geïnventariseerd en zijn tevens aanvullende vragen gesteld over de aanwezigheid van peilgestuurde drainage, maaiveldgreppels en de diepte van buisdrainage. Deze nieuwe informatie is nog niet verwerkt in nieuwe kaarten voor buisdrainage. Bovendien blijkt dat tussen 2010 en 2012 het totale opgegeven areaal buisdrainage op landbouwpercelen tussen beide

metellingen is toegenomen van ca. 630.000 naar 654.000 ha. Om voor modelberekeningen te kunnen beschikken over de recentste gegevens t.a.v. buisdrainage alsmede nieuwe aanvullende informatie, is een update van de bestaande buisdrainagekaart uitgevoerd.

1.4 Resultaten

Het projectresultaat bestaat uit een aantal kaarten, nl.:

- percelenkaart met buisdrainage afgeleid uit de metellingen 2012, dit betreft enkel de landbouwpercelen;
- gridkaart waarbij de gedraineerde percelen volgens metellingen zijn gecombineerd met de overige gedraineerde landgebruiksvormen;
- twee gridkaarten met diepte buisdrainage, één kaart waarbij de diepte is toegekend op basis info uit het cultuurtechnisch vademecum en informatie van de waterschappen, en één kaart op basis van info uit de metellingen en voor de ontbrekende percelen aangevuld met gegevens uit de andere dieptekaart;
- twee gridkaarten met de buisdrainageweerstand op basis van de twee dieptekaarten en een drainagecriterium afhankelijk van het grondgebruik;
- percelenkaart met peilgestuurde drainage als percentage van het bedrijfsareaal;
- percelenkaart met maaiveldgreppels als percentage van het bedrijfsareaal.

De procedure en de resultaten worden beschreven in dit rapport en vergeleken met de buisdrainagekaart 2012.

1.5 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 worden de beschikbare gegevens besproken en wordt de methode beschreven waarmee buisdrainage per bedrijf is toegekend aan percelen. In hoofdstuk 3 is de resulterende buisdrainagekaart weergegeven in de vorm van een draindieptekaart en een drainweerstandskaat. Voor enkele gebieden is aanvullende veldinformatie beschikbaar over de aanwezigheid van buisdrainage. Tevens worden de resultaten van de overige vragen m.b.t. buisdrainage ruimtelijk gepresenteerd.

In hoofdstuk 4 wordt de plausibiliteit van de kaart getoetst op basis van omvang van areaal en vergeleken met de buisdrainagekaart 2012. Tot slot worden in hoofdstuk 5 enkele conclusies getrokken en aanbevelingen gegeven.

2 Materiaal en methode

De belangrijkste bron voor de bepaling van de aanwezigheid van buisdrainage zijn de zogenaamde meitellingen. Bij de meitellingen wordt informatie verzameld op bedrijfsniveau. In dit hoofdstuk wordt de procedure beschreven hoe de toekenning op perceelsniveau is uitgevoerd. Om buisdrainage toe te kennen aan gewaspercelen wordt gebruikgemaakt van karteerbare kenmerken, zoals bodem, Gt en landgebruik.

2.1 Materiaal

2.1.1 Landbouwmeitellingen en basisregistratie percelen

Ieder jaar zijn agrarisch ondernemers verplicht om tussen 1 april en 15 mei de Gecombineerde opgave in te vullen. Dit is een geïntegreerde opgave voor Landbouwtelling, mestwetgeving en GLB Verzamelaanvraag (aanvraag bedrijfstoelage en subsidies). Deze opgave wordt in dit rapport verder aangeduid als 'landbouwmeitelling' of 'meitelling'. Opgave voor de landbouwmeitelling is wettelijk verplicht voor alle agrarische bedrijven. Onder agrarische bedrijven worden bedrijven verstaan die gewassen telen of dieren houden met als doel deze, of de producten die daaruit voortkomen, te verkopen. Tot de doelpopulatie behoren agrarische bedrijven met een economische omvang van 3000 SO (standaardopbrengst; dit is een economische maat voor de omvang van een agrarisch bedrijf) of meer. De SO is gebaseerd op de opbrengst die gemiddeld op jaarbasis per gewas of diercategorie wordt behaald en wordt uitgedrukt in euro's. 1 SO staat gelijk aan 1 Euro genormaliseerde opbrengst. Bedrijven kleiner dan 3000 SO zijn zeer klein; gedacht moet worden aan bijvoorbeeld slechts één melkkoe of één are paprika. Tot en met 2009 werd als maat voor de omvang van een agrarisch bedrijf gebruikgemaakt van NGE (Nederlandse Grootte-eenheid); de drempelwaarde voor de Landbouwtelling bedroeg toen 3 NGE. De wijziging van de drempelwaarde heeft vrijwel geen invloed op de omvang van de populatie.

Het responspercentage van de telling bedraagt ruim 96%. De statistische betrouwbaarheid is zodoende praktisch 100%. Omdat de gegevens worden gebruikt voor de uitvoering van diverse administratieve regelingen (subsidies, Meststoffenwet), is van meetfouten eigenlijk geen sprake. Het aantal landbouwbedrijven is sinds de jaren vijftig van 400.000 afgenomen naar 97.389 in 2000 en naar 70.392 in 2011 (bron: CBS); op 1 april 2013 waren er in Nederland nog ruim 67.000 land- en tuinbouwbedrijven. Ten opzichte van het jaar 2000 is het aantal bedrijven met bijna een derde (31%) afgenomen. Het areaal cultuurgrond is tussen 2000 en 2013 met 7% afgenomen. De boerenbedrijven zijn dus steeds groter worden. In 2013 had ruim 17 procent van de boerenbedrijven meer dan 50 hectare landbouwgrond, terwijl dat in 2000 nog maar 9 procent was. In 2013 was er op ruim 3 procent van de boerenbedrijven zelfs meer dan 100 hectare landbouwgrond. Dit was in 2000 nog 1 procent.

De landbouwmeitelling als onderdeel van de Gecombineerde opgave is een jaarlijks terugkerende telling. Het doel van de telling is om inzicht te krijgen in de ontwikkelingen binnen de Nederlandse land- en tuinbouw. De vragen in dit onderdeel gaan onder andere over de gegevens van het bedrijfshoofd en het aantal meewerkende personen, het aantal dieren, de huisvesting van een aantal diersoorten, de gewassen en biologische landbouw. Aan deze telling kunnen extra vragen worden toegevoegd. In voorgaande jaren, bijvoorbeeld in 2010, is enkel het gedraineerde oppervlak per bedrijf opgevraagd. Via de stuurgroep van het NHI is in 2011 het verzoek ingediend om enkele aanvullende vragen op te nemen bij de Gecombineerde opgave van 2012. Dit verzoek is gehonoreerd; in bijlage 1 is de vragenlijst uit 2012 weergegeven.

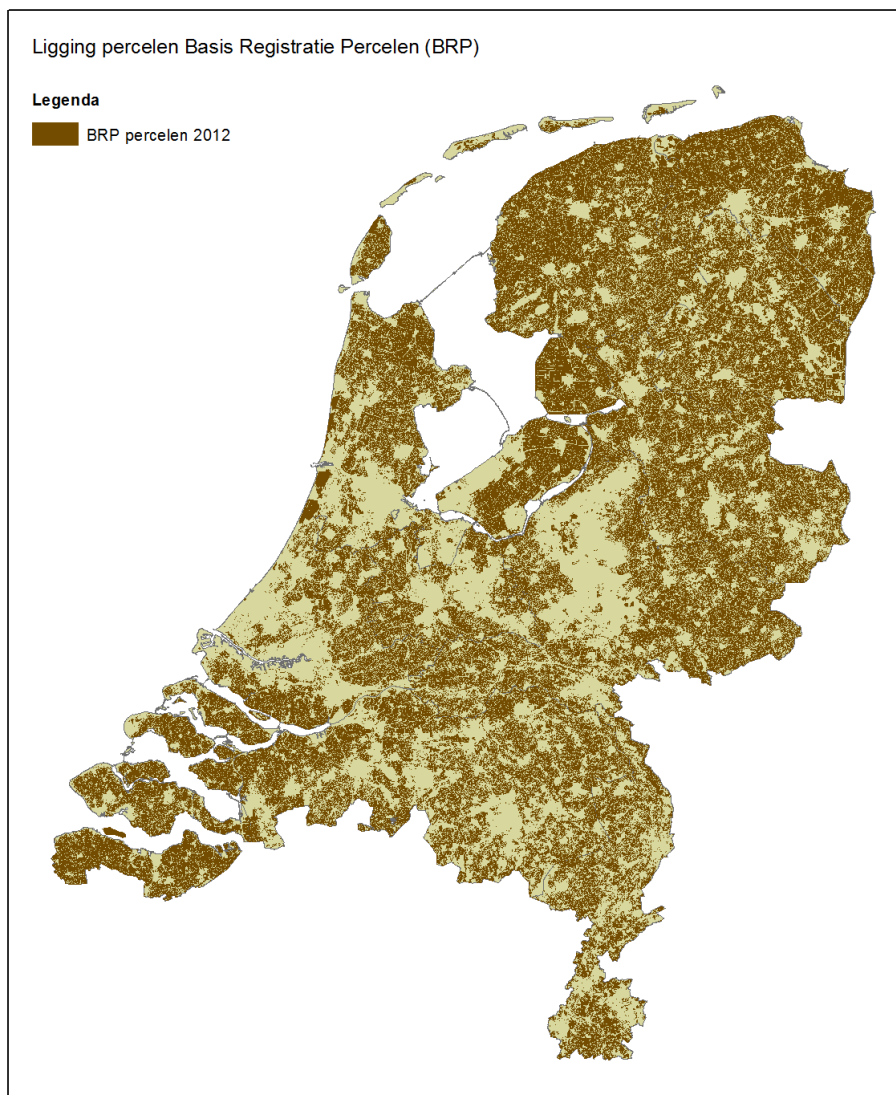
De meeste aanvragen worden tegenwoordig via internet ingevuld. Voor subsidietoekenning is vaak informatie nodig over de locatie van percelen en de geteelde gewassen. Bij de Gecombineerde opgave

geeft de geënquêteerde daarom de gewaspercelen op die hij op 15 mei in Nederland in gebruik heeft. Deze percelen worden ingetekend op kaarten. Deze kaarten zijn ook digitaal beschikbaar, via de Basisregistratie Percelen (BRP). BRP-Gewaspercelen bestaat uit de locatie van landbouwpercelen met daaraan gekoppeld het geteelde gewas. Dit bestand is een selectie van informatie uit de Basisregistratie Percelen (BRP) van Dienst Regelingen. De omgrenzingen van de landbouwpercelen zijn gebaseerd op de Top10vector. De gebruiker van het perceel geeft aan welk gewas wordt geteeld op het betreffende perceel.

Door een koppeling te leggen tussen de bedrijfsgegevens en de bijbehorende percelenkaart is per bedrijf bekend:

- Ligging percelen (BRP-percelen)
- Areeal gedraineerd (landbouwmetellingen)

In Figuur 1 is de dekking op basis van het BRP-percelenbestand weergegeven. In de figuur zijn de grote natuurgebieden en de stedelijke gebieden als lichte vlekken herkenbaar. Ook valt op dat het Westland grotendeels als grijze vlek is weergegeven. Dit komt omdat de glastuinbouw niet is opgenomen in het BRP-percelenbestand.

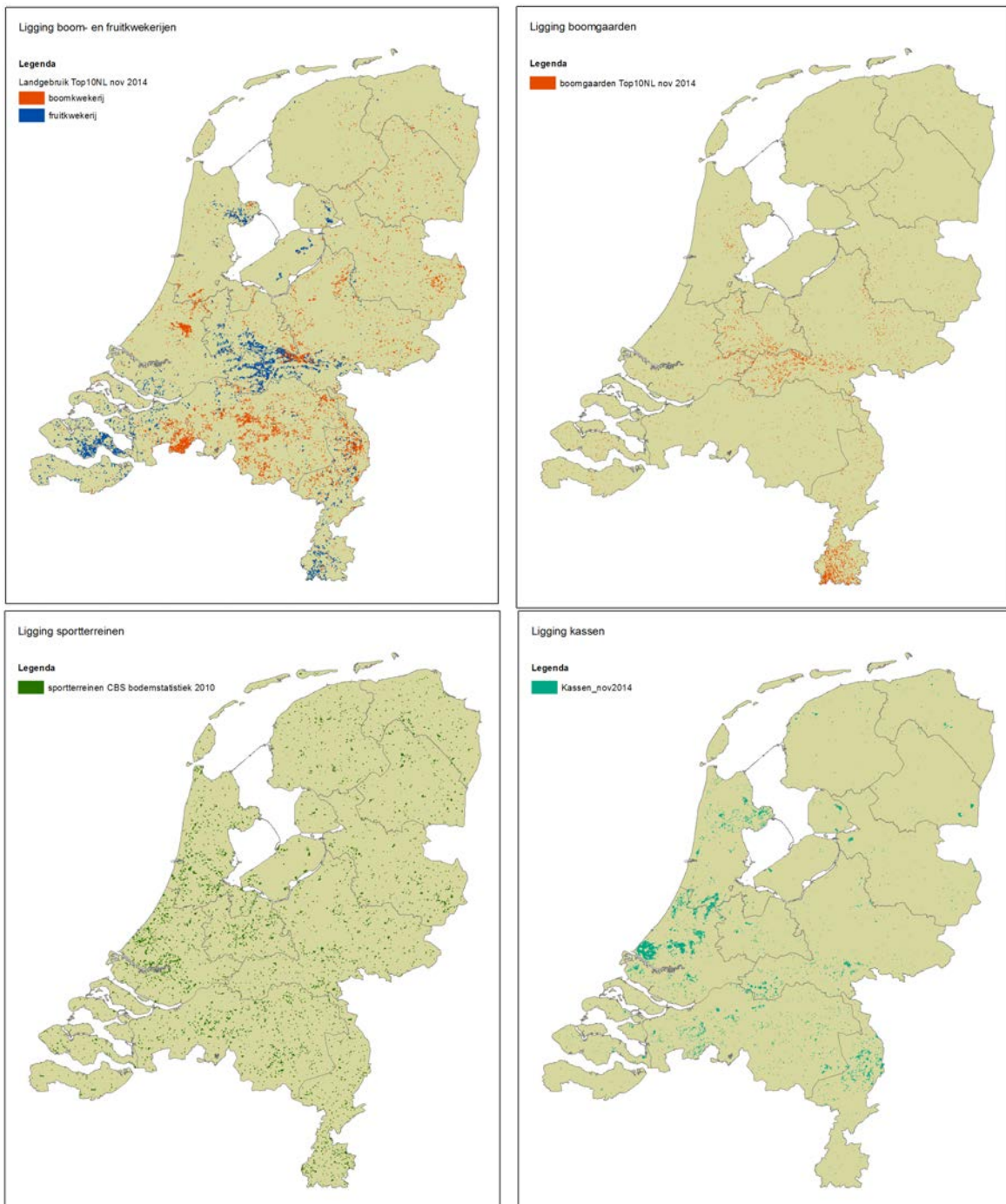


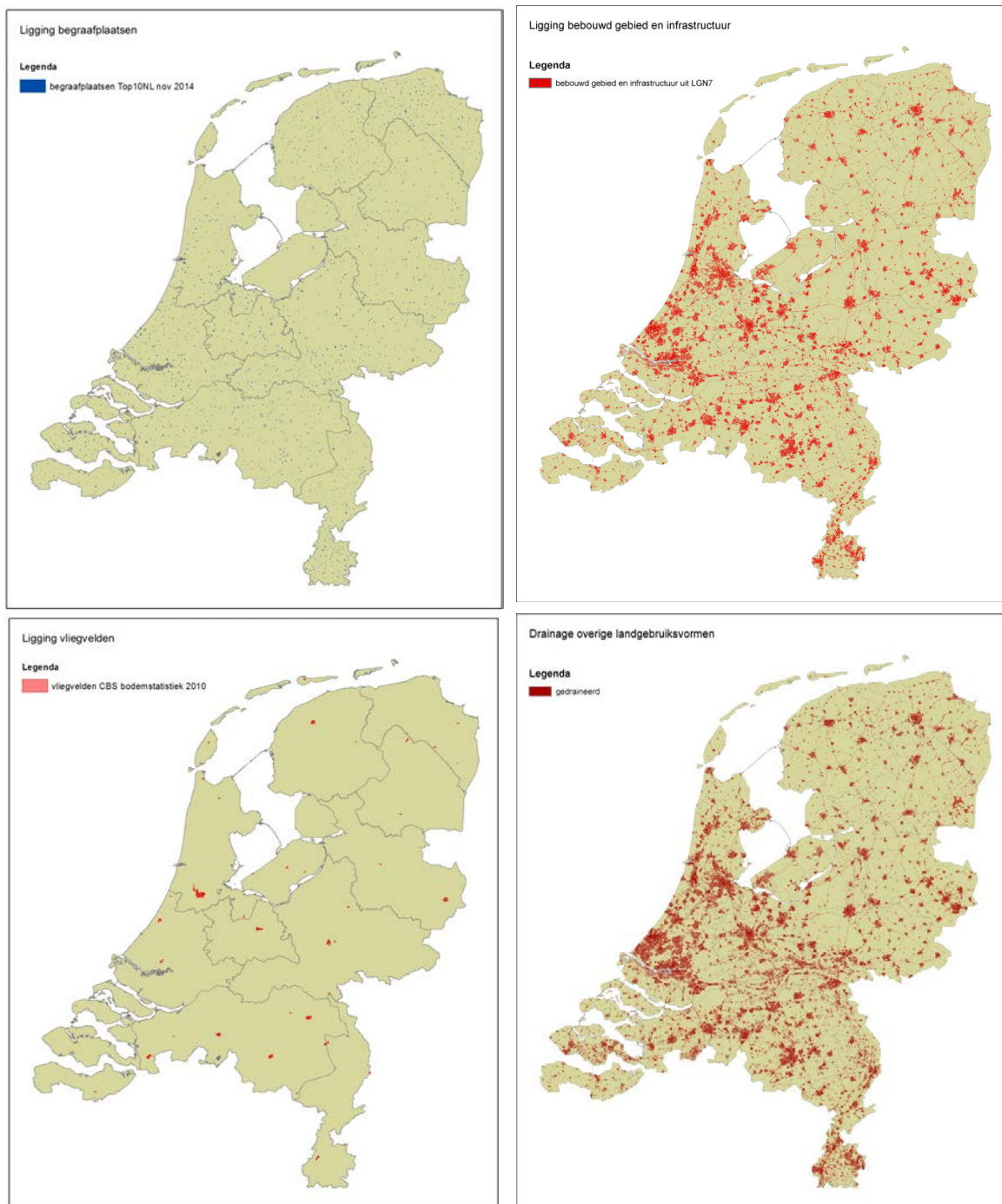
Figuur 1 Dekking van Nederland met percelen waarvoor gegevens uit de landbouwmetellingen beschikbaar zijn.

2.1.2 Aanvulling op de landbouwmeitelling

De landbouwmeitellingen geven alleen informatie over buisdrainage op landbouwgronden voor bedrijven groter dan 3000 SO; kleine landbouwbedrijven (hobbyboeren) ontbreken daardoor. Naast landbouwbedrijven zijn er andere vormen van grondgebruik waar buisdrainage wordt toegepast. Voor de volgende landgebruiksvormen is ervan uitgegaan dat deze zijn gedraineerd. De ruimtelijke ligging en herkomstbron van de gegevens zijn ook weergegeven in Figuur 2.

- Boom en fruitkwekerij
- Boomgaarden
- Sportterreinen
- Kassen
- Begraafplaatsen
- Bebouwd gebied en infrastructuur (code 18 en 25)
- Vliegvelden





Figuur 2 Landgebruiksvormen waarvan is aangenomen dat deze zijn gedraineerd, afgeleid uit TOP10NL, LGN7 en CBS-bodemstatistiek.

Percelen die zijn aangemerkt als boomkwekerij, fruitkwekerij en boomgaard kunnen toebehoren aan bedrijven die tevens zijn geënkquêteerd voor de landbouwmetellingen.

2.1.3 Karterbare kenmerken

De gegevens uit de landbouwmetellingen zijn beschikbaar op bedrijfsniveau. Dit betekent dat per landbouwbedrijf het volgende bekend is:

- Locatie van de percelen van het betreffende bedrijf
- Totale areaal dat is gedraineerd

Omdat niet alle bedrijven volledig of in het geheel niet zijn gedraineerd, is een toekenningsprocedure noodzakelijk voor bedrijven waarvan slechts een deel van het areaal is gedraineerd (paragraaf 2.2).

Voor de toekenning wordt gebruikgemaakt van karteerbare kenmerken. De volgende karteerbare kenmerken zijn meegenomen:

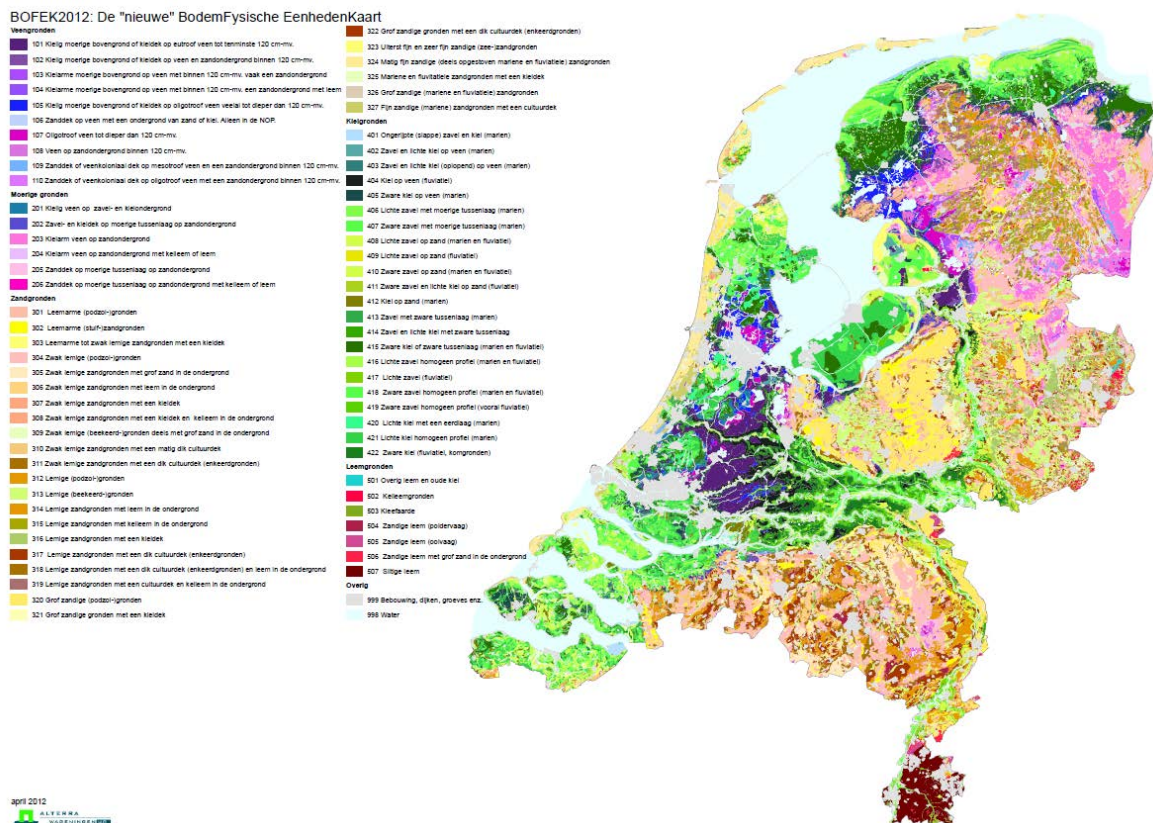
- Bodem
- Gt
- Landgebruik
- Natuur
- Keileem

2.1.3.1 Bodem

De bodemkaart is vertaald naar de grondsoorten veen, zand en klei. Hierbij is gebruikgemaakt van de BOFEK2012-kaart (Figuur 3, Wösten *et al.*, 2012). Deze kaart onderscheidt veengronden (10), moerige gronden (7), zandgronden (27), kleigronden (22) en leemgronden (7). Deze 72 eenheden zijn geclusterd naar veengronden, zandgronden en kleigronden, waarbij de moerige gronden zijn opgesplitst naar klei- en zandgronden en leemgronden zijn samengevoegd met de kleigronden (Tabel 1).

Tabel 1
Grondsoorten

Grondsoort	BOFEF-eenheid
Veen	101 t/m 110
Zand	203 t/m 206, 301 t/m 327
Klei	201 t/m 202; 401 t/m 422, 501 t/m 507
Overig	999



Figuur 3 Bodemfysische eenhedenkaart BOFEK2012.

2.1.3.2 Gt

Drainage wordt toegepast om hoge grondwaterstanden te voorkomen. Daarom worden natte gronden eerder gedraineerd dan drogere gronden. Hierdoor kan bij de toekenning gebruik worden gemaakt van de Gt-kaart. Een probleem hierbij is dat percelen mogelijk al waren gedraineerd op het moment dat de Gt werd bepaald, dit is niet vastgelegd. De gekarteerde Gt's kunnen dus een gevolg zijn van de aanwezigheid van buisdrainage. De bodemkaart/Gt-kaart is opgenomen in de periode 1961–1995. De drainage is in die periode toegenomen (zie paragraaf 4.1). Voor de recentst gekarteerde gebieden is de kans het grootst dat een deel van de percelen al was gedraineerd op het moment van de bodemkartering. Ondanks de onzekerheid m.b.t. tot de Gt wordt deze gebruikt bij de toekenning van buisdrainage aan percelen, omdat deze kaart de beste indicator is voor de natheid van het perceel.

2.1.3.3 Landgebruik

Met het aanleggen van buisdrainage is een bepaalde investering gemoeid. Daarom worden kapitaalintensieve teelten eerder gedraineerd dan minder kapitaalintensieve teelten. Daar staat tegenover dat het landgebruik van jaar tot jaar wisselt tussen percelen. Om het landgebruik mee te wegen bij de toekenning, zijn gewichten aan verschillende vormen van landgebruik toegekend (zie Tabel 2).

Tabel 2

Gewicht voor verschillende klassen landgebruik: hoe hoger het gewicht, hoe meer kans op het voorkomen van buisdrainage.

Landgebruik	Gewicht
Gras	1.0
Mais	1.0
Aardappelen	2.0
Bieten	2.0
Granen	2.5
Overige landbouwgewassen	2.5
Glastuinbouw	2.0
Boomgaard	1.5
Bollen	3.3

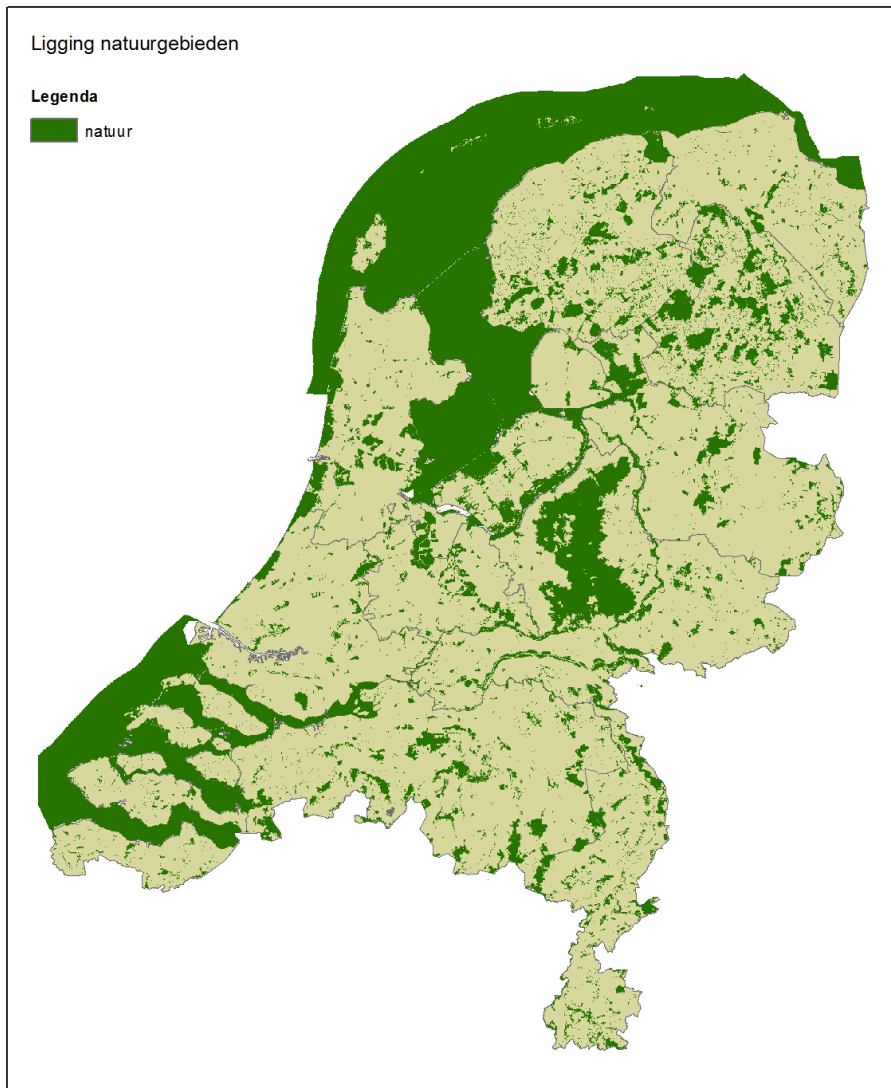
2.1.3.4 Natuur

In natuurgebieden wordt in principe geen buisdrainage toegepast. Bij voormalige landbouwgronden die zijn omgezet in natuur, wordt de aanwezige buisdrainage niet onderhouden of afgestopt. Daarom krijgen percelen gelegen binnen natuurgebieden een lage prioriteit bij de toekenning van buisdrainage.

De kaart met ligging van natuurgebieden die is toegepast bij de buisdrainagekaart 2012 (Massop *et al.*, 2012) is herzien. De volgende kaarten zijn samengevoegd tot de nieuwe natuurkaart:

- Natuur Netwerk Nederland
- Natura2000-gebieden
- Eigendommen van Natuurmonumenten, Staatsbosbeer en de Provinciale Landschappen

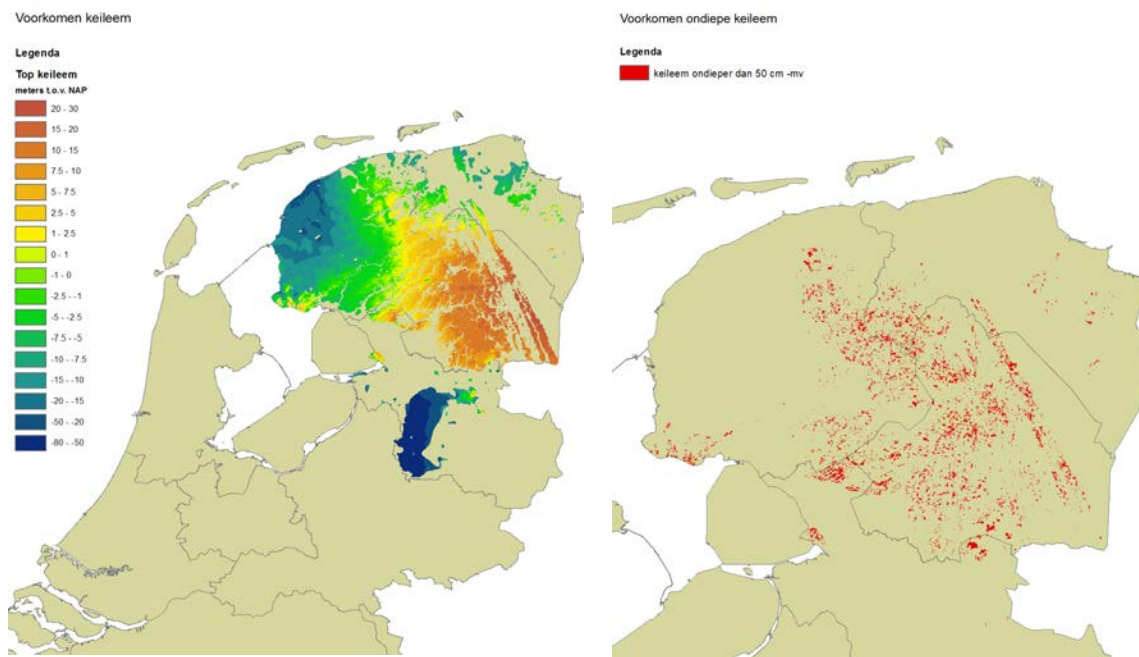
Voor de update van het topsysteem van MIPWA zijn indertijd nog enkele aanvullende gebieden aangeleverd die niet zijn gedraineerd, o.a. boezemkades in Friesland en eigendommen Maatschappij van Weldadigheid en WMD (Hoogewoud *et al.*, 2010). Deze gebieden zijn samengevoegd met de bovengenoemde natuurgebieden (Figuur 4).



Figuur 4 Kaart met natuurgebieden, samengesteld uit gebieden Staatsbosbeheer, Natuurmonumenten, Provinciale Landschappen, Natura2000-gebieden en enkele aanvullende gebieden binnen het MIPWA-modelgebied.

2.1.3.5 Keileem

In Noord-Nederland komt ondiep keileem voor in het profiel. Drains worden niet in de keileemlaag gelegd. Als de keileemlaag ondieper begint dan 50 cm -mv wordt verondersteld dat er geen drainage ligt. Recentelijk zijn verbeterde digitale kaartbestanden van de verbreiding, diepteligging, dikte en hydraulische weerstand van de keileem voor het gehele MIPWA-gebied (Noord-Nederland) beschikbaar gekomen (Vernes *et al.*, 2013). In Figuur 5 is de top van de keileem t.o.v. NAP en t.o.v. het 50 cm -mv niveau weergegeven.



Figuur 5 Top keileem t.o.v. NAP (links) en keileem ondieper dan 50 cm -mv (rechts).

Voor gebieden met zware leem in de ondergrond geldt hetzelfde, alleen ontbreken hiervoor de kaarten.

2.2 Methode

2.2.1 Toekenning buisdrainage aan bedrijfspercelen

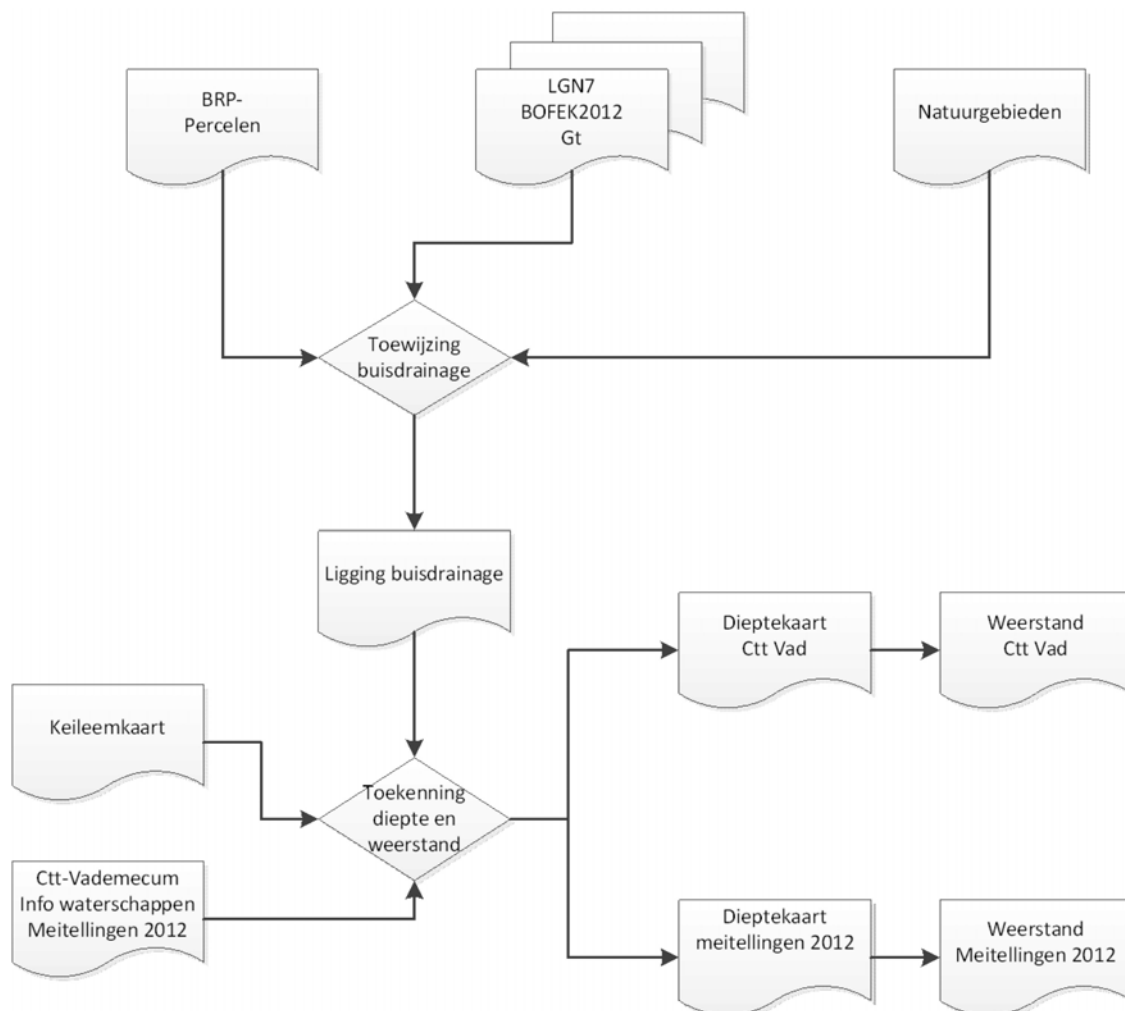
Als eerste stap is er een koppeling gemaakt tussen het percelenbestand uit 2012 en de gegevens over buisdrainage volgens de metingen 2012. Het bestand is vervolgens gecontroleerd op compleetheid m.b.t. buisdrainage-informatie uit de metingen. Een klein deel van het areaal kon niet worden gekoppeld aan de BRP2012, daarvoor is nagegaan of er een aanvulling op basis van BRP2011 respectievelijk BRP2013 mogelijk is. Vervolgens volgt de toekenningsprocedure waarbij buisdrainage wordt toegekend aan percelen.

Bij de toekenning van buisdrainage aan percelen is het percelenbestand opgesplitst in drie deelbestanden:

- Bedrijven met percelen waar geen drainage wordt toegepast (areaal gedraineerd = 0 ha).
- Bedrijven waarvan alle percelen zijn gedraineerd (areaal gedraineerd is gelijk¹ aan bedrijfsomvang).
- Bedrijven waarvan het areaal gedraineerd kleiner is dan de bedrijfsomvang.

Voor de eerste twee groepen is de toekenning eenvoudig. Voor de derde groep is in Figuur 6 het schema weergegeven dat is gehanteerd bij de toewijzing van buisdrainage aan landbouwpercelen. Na de toekenning worden de deelbestanden weer samengevoegd.

¹ Het opgegeven areaal buisdrainage is vaak niet exact gelijk aan de totale oppervlakte van de bedrijfspercelen. Als de oppervlakte buisdrainage meer dan 95% van het bedrijfsareaal omvat, is aangenomen dat alle percelen zijn gedraineerd.



Figuur 6 Gehanteerd schema bij samenstelling van buisdrainagekaart.

Buisdrainage is toegekend per bedrijf. Aan elk perceel zijn karteerbare kenmerken toegekend zoals landgebruik, grondsoort en Gt. Bij de toekenning van buisdrainage per bedrijf is als volgt te werk gegaan:

- Per bedrijf zijn de percelen gesorteerd naar Gt.
- De percelen binnen dezelfde Gt zijn daarna gesorteerd naar gewicht op basis van landgebruik en binnen hetzelfde gewicht naar perceelgrootte.

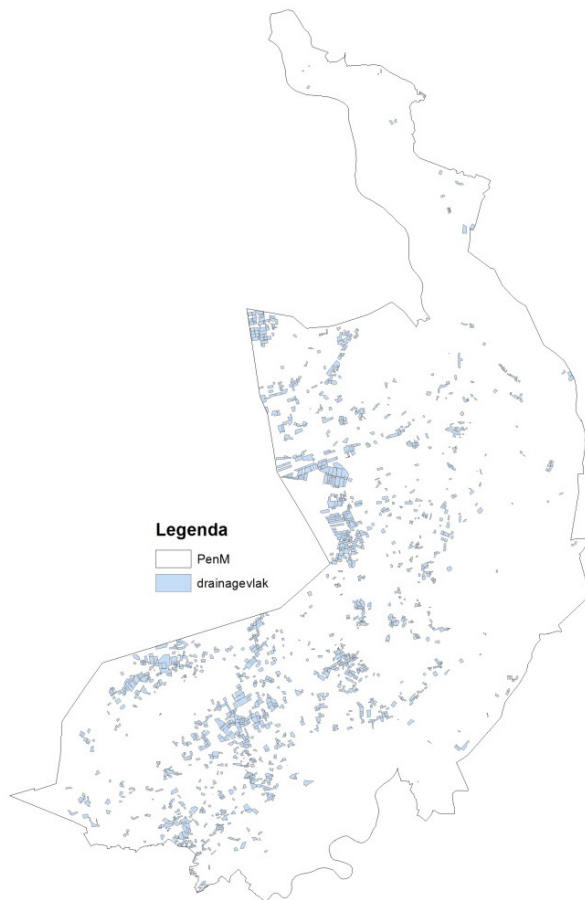
Ook is voor de percelen nagegaan of ze in natuurgebieden liggen of dat er ondiep keileem voorkomt. Deze percelen krijgen een laag gewicht zodat deze niet worden geselecteerd, tenzij het bedrijf heeft opgegeven dat het geheel is gedraineerd of het oppervlak gedraineerd dusdanig groot is dat deze percelen toch worden geselecteerd.

Vervolgens is buisdrainage toegekend aan de gesorteerde lijst van nat naar droog, totdat de totale gedraineerde oppervlakte overeenkomt met de opgave uit de meetellingen. Dit levert de 1^e versie van de buisdrainagekaart.

Voor enkele gebieden is buisdrainage in kaart gebracht via o.a. veldinventarisatie. Zo beschikken de Waterschappen Peel en Maasvallei, Noorderzijlvest en Hollandse Delta over kaarten met informatie over het voorkomen van buisdrainage. Verder is er nog beperkte info voor enkele kleine gebieden op basis van veldinventarisatie. Omdat deze gebieden relatief klein zijn en de informatie al vrij oud is, zijn deze niet meegenomen.

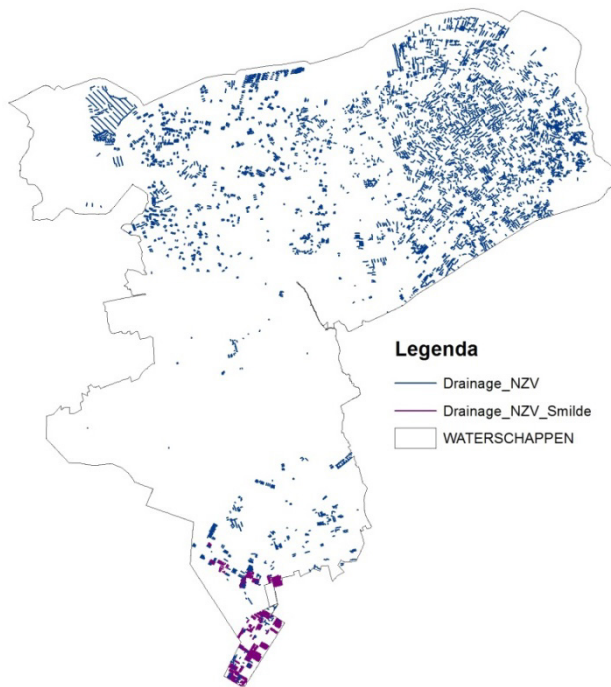
Door Waterschap Peel en Maasvallei (WPM) is een buisdrainagekaart geleverd met o.a. informatie over de ligging van buisdrainage (Figuur 7). Deze kaart is mede op verzoek van het waterschap ingebracht in de procedure. Hierbij zijn allereerst de percelen geselecteerd die overeenkomen met de percelen uit

de kaart van WPM. Aan deze percelen is buisdrainage toegekend. Vervolgens is bij de procedure per bedrijf nagegaan of er binnen het bedrijf nog meer percelen zijn gedraineerd, omdat het areaal gedraineerd nog niet is opgevuld. Gedraineerde percelen volgens het waterschap die buiten het BRP-percelenbestand liggen, zijn ook meegenomen in de definitieve kaart. Hierdoor wijkt de procedure voor WPM af van de rest van Nederland.



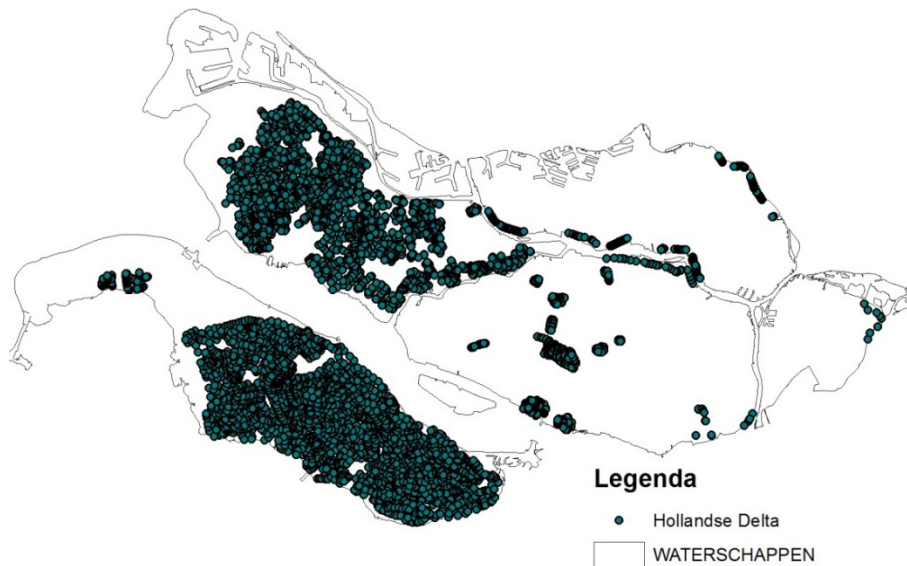
Figuur 7 Vlakken met buisdrainage binnen beheergebied Waterschap Peel en Maasvallei.

Waterschap Noorderzijlvest heeft eveneens drainbuizen geïnventariseerd en deze informatie samengevat in een lijnenbestand; daarnaast is voor de omgeving van Smilde aanvullende informatie in een ander bestand beschikbaar (Figuur 8). Om te bepalen welke BRP-percelen zijn gedraineerd volgens de kaart van het waterschap zijn die percelen geselecteerd waarbinnen volgens de waterschapkaart drains zijn gelegen. Voor de vlakken uit de BRP waarbinnen lijnen liggen, is vervolgens aangenomen dat de percelen zijn gedraineerd. Ook percelen die volgens de metellingen niet zijn gedraineerd en waar volgens de kaart van het waterschap drainage ligt, zijn opgenomen in de drainagekaart.



Figuur 8 Geïventariseerde buisdrainage binnen Waterschap Noorderzijlvest.

Voor Waterschap Hollandse Delta is eveneens een kaart beschikbaar met informatie over buisdrainage in de vorm van puntlocaties. Voor de BRP-percelen waarbinnen punten liggen waar volgens het waterschap buisdrainage ligt, is aangenomen dat deze zijn gedraineerd (Figuur 9).



Figuur 9 Geïventariseerde buisdrainage binnen Waterschap Hollandse Delta.

Tot slot is aan de buisdrainagekaart die is gebaseerd op landbouwmetellingen vlakken toegevoegd voor de landgebruiksvormen die zijn weergegeven in Figuur 2; hierbij zijn dubbelingen voorkomen.

2.2.2 Diepte drainage

Bij de metellingen van 2012 was een vraag toegevoegd over de diepte van buisdrainage. Per bedrijf is één diepte opgegeven. Deze diepte is aan alle percelen van het bedrijf toegekend waaraan ook buisdrainage is toegekend².

Tevens is de draindiepte toegekend op basis van landgebruik en grondsoort (Tabel 3). Er worden drie grondsoorten onderscheiden, nl.: veen, zand en klei. Het landgebruik is geclusterd naar grasland en akkerbouw of tuinbouw.

Tabel 3

Draindiepte onderscheiden naar landgebruik en bodem.

Landgebruik	Bodem	Draindiepte in cm-mv
Grasland	Veen	80 ¹
	Zand	80 ¹
	Klei	80 ¹
Akkerbouw/tuinbouw	Veen	95 ²
	Zand	100
	Klei	110
Stedelijk	nvt	120

¹ Voor grasland is draindiepte ongeacht grondsoort 80 cm (Vlugschrift voor de Landbouw 361 (Consulentschap in algemene dienst voor bodemaangelegenheden in de Landbouw, 1984) en Cultuurtechnisch Vademecum, pagina 526)

² Uitzonderlijke situatie akkerbouw op veen

Voor sommige gebieden is bekend dat er afwijkende draindiepten worden gehanteerd, hiermee is rekening gehouden. Dit komt voor bij:

- Droogmakerijen, draindiepte bouwland 120 cm.
- IJsselmeerpolders. Hiervoor wordt een diepte van 110 cm -mv aangehouden. De oorspronkelijke drains zijn aangelegd op een diepte van 120 cm -mv, maar de uiteindelijke diepte na inklinking zal 100 cm -mv bedragen. Daarom is een tussenliggende waarde van 110 cm -mv aangehouden (Schultz, 1992).
- Noord-Nederland (provincies Groningen, Friesland, Drenthe en Overijssel) (Snepvangers, J. en W. Berendrecht, 2007); op basis van de inventarisatie van draineerbedrijven en aanvullende informatie van de waterschappen blijkt dat in bepaalde gebieden diepere draindiepten worden gehanteerd dan in Tabel 3 is aangegeven (Figuur 10).
- De aanwezigheid van keileem op geringe diepte, om te voorkomen dat drains in de keileem worden gelegd.

In gebieden met keileem ondieper dan 50 cm -mv wordt in principe aangenomen dat deze gebieden niet zijn gedraineerd; als echter toch drainage wordt toegekend³ op basis van het gedraineerde areaal van het bedrijf, dan wordt een draindiepte van 50 cm gehanteerd bij een drainagecriterium met een grondwaterstand van 30 cm -mv bij afvoer van 7 mm/d.

² Enkele bedrijven geven wel een draindiepte op, maar geen areaal gedraineerd.

³ Deze aanpassing heeft betrekking op 2690 percelen.



Figuur 10 Draindiepte Noord-Nederland.

Voor enkele landgebruiksvormen zijn afwijkende draindiepten gehanteerd, zoals weergegeven in Tabel 4.

Tabel 4

Draindiepte overige landgebruiksvormen.

Landgebruik	Draindiepte cm-mv
Begraafplaats	170
Boom- en fruitkwekerij	120
Boomgaard	120
Golfterrein	100
Kassen	120
Sportterreinen	100
Vliegvelden	120

Er kan een zekere overlap zijn tussen gedraineerde BRP-percelen en de aanvulling met gedraineerde vlakken; in dat geval hebben BRP-percelen de voorkeur.

Er zijn uiteindelijk twee drainagedieptekaarten afgeleid: één kaart op basis van Tabel 3 en 4 met enkele aanpassingen voor een aantal deelgebieden en een tweede kaart waarbij gebruik is gemaakt van de opgegeven draindiepte bij de metellingen van 2012.

2.2.3 Weerstand buisdrainage

Voor het berekenen van drainafstanden bij de aanleg van drainage wordt doorgaans gebruikgemaakt van stationaire drainageformules. Voor toepassing van deze formules is een drainagecriterium noodzakelijk. Dit criterium houdt in dat bij een bepaalde afvoer de grondwaterstand niet mag stijgen boven een bepaald niveau. In Nederland wordt voor dit criterium doorgaans een afvoer van 7 mm/dag genomen, waarbij de grondwaterstand tot 50 cm (akkerbouw) respectievelijk 30 cm -mv (grasland) mag stijgen. Voor sommige gebruiksvormen worden afwijkende criteria gehanteerd (Tabel 5).

Tabel 5

Grondgebruik met drainagecriterium.

Grondgebruik	Afvoer mm/d	Grondwaterstand cm-mv
Grasland	7	30
Akkerbouw	7	50
Fruitteelt/boomteelt/boomgaard	7	70
Stedelijk	5	70
Begraafplaats	7	115
Golfterrein/sportvelden	15	50
Vliegvelden	7	50
Kassen	7	50

Het drainagecriterium kan in combinatie met de draindiepte (Tabel 3 en 4) worden gebruikt om daaruit de drainageweerstand (c_d) af te leiden.

De hierbij gebruikte formule luidt:

$$c_d = \frac{h_g - h_d}{q} \quad (1)$$

Hierin is h_g de grondwaterstand in cm -mv, h_d de draindiepte in cm -mv en q de afvoer in cm/d.

Als bij grasland de drains op 80 cm -mv worden gelegd en het gehanteerde drainagecriterium is een maximale grondwaterstanddiepte van 30 cm -mv bij een afvoer van 7 mm/d, dan hoort hierbij een drainageweerstand van 71 dagen. Op deze wijze zijn de drainageweerstanden van de gedraineerde vlakken berekend.

Omdat er twee dieptekaarten zijn gemaakt, kunnen er ook twee weerstandskarten worden afgeleid.

3 Resultaten

3.1 Buisdrainagekaart op basis van metellingen

Het bestand met buisdrainage op basis van de metellingen is samengesteld op basis van drie kaarten. Aan het basisbestand met BRP2012 is buisdrainage-informatie uit de landbouwmetelling 2012 gekoppeld. Hierbij bleek dat 729 van de 23.781 bedrijven met buisdrainage ontbreken in de BRP-2012, en zijn dus niet aan percelen te koppelen. Daarom zijn twee aanvullende bestanden gemaakt, waarbij de drainage-info is gekoppeld aan de BRP van 2011, respectievelijk aan de BRP2013. Dit basisbestand bevat de gegevens van 77.037 bedrijven, met een oppervlak van 1.899.652 ha. Hiervan hebben 23.781 bedrijven percelen met buisdrainage, het totaal gedraineerd areaal bedraagt 654.652 ha, oftewel 34,5% van het landbouwareaal.

Na koppeling met de informatie van de metellingen en de eerste toekenning van buisdrainage aan percelen (Figuur 11 links) blijkt dat de percelenkaart is samengesteld op basis van 81.638 unieke bedrijfsnummers; dit aantal is groter dan het basisbestand met drainage-informatie, het BRP-bestand onderscheidt dus meer bedrijven dan in de tabel met drainage-informatie voorkomen. In Tabel 6 staan enkele kentallen van de BRP2012 vermeld.

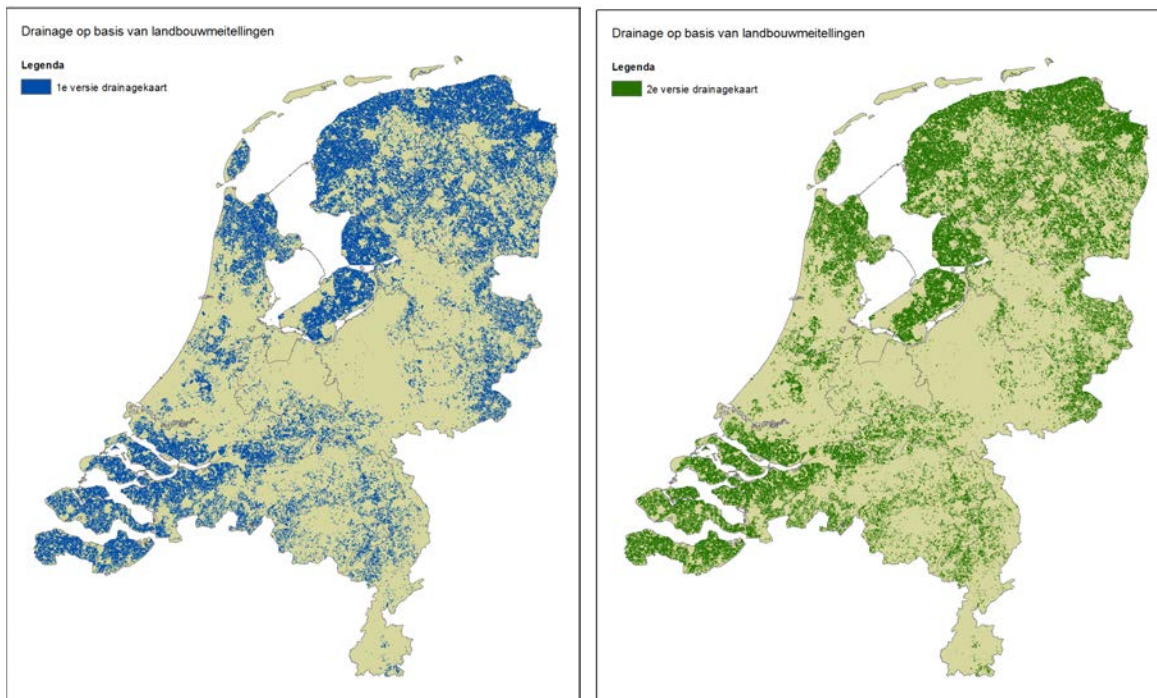
Tabel 6

Aantallen bedrijven, percelen en ha, van bedrijven met wel of geen buisdrainage na koppeling aan BRP2012.

Drainage	Bedrijven	Percelen	ha	%
Niet ingevuld	11551	33152	45616	2.4
Geen	46466	444421	841081	44,0
Wel	23621	343236	1023975 ⁴	53.6
	81638	820809	1910359	100

Vervolgens is gebruikgemaakt van de kaarten met informatie over buisdrainage van de waterschappen Noorderzijlvest, Peel en Maasvallei en Hollandse Delta om de buisdrainagekaart te verbeteren (Figuur 11 rechts). Hierbij zijn voor Waterschap Peel en Maasvallei 2554 percelen uit het BRP2012 percelenbestand geselecteerd, waaraan drainage is toegekend. Een deel van deze percelen had al drainage toegekend gekregen en een ander deel niet. Voor Noorderzijlvest betreft dit 3413 percelen en voor Hollandse Delta 2355 percelen. Ook valt een deel van de drainagevlakken buiten de BRP2012; daarom is op basis van de BRP2011 het bestand aangevuld met gedraineerde vlakken: voor Noorderzijlvest 158 percelen en voor Hollandse Delta 127 percelen. Voor Waterschap Peel en Maasvallei zijn 377 percelen toegevoegd.

⁴ Hiervan is aan 653928 ha buisdrainage toegekend, waarvan 160570 aan bedrijven die voor 100% zijn gedraineerd.

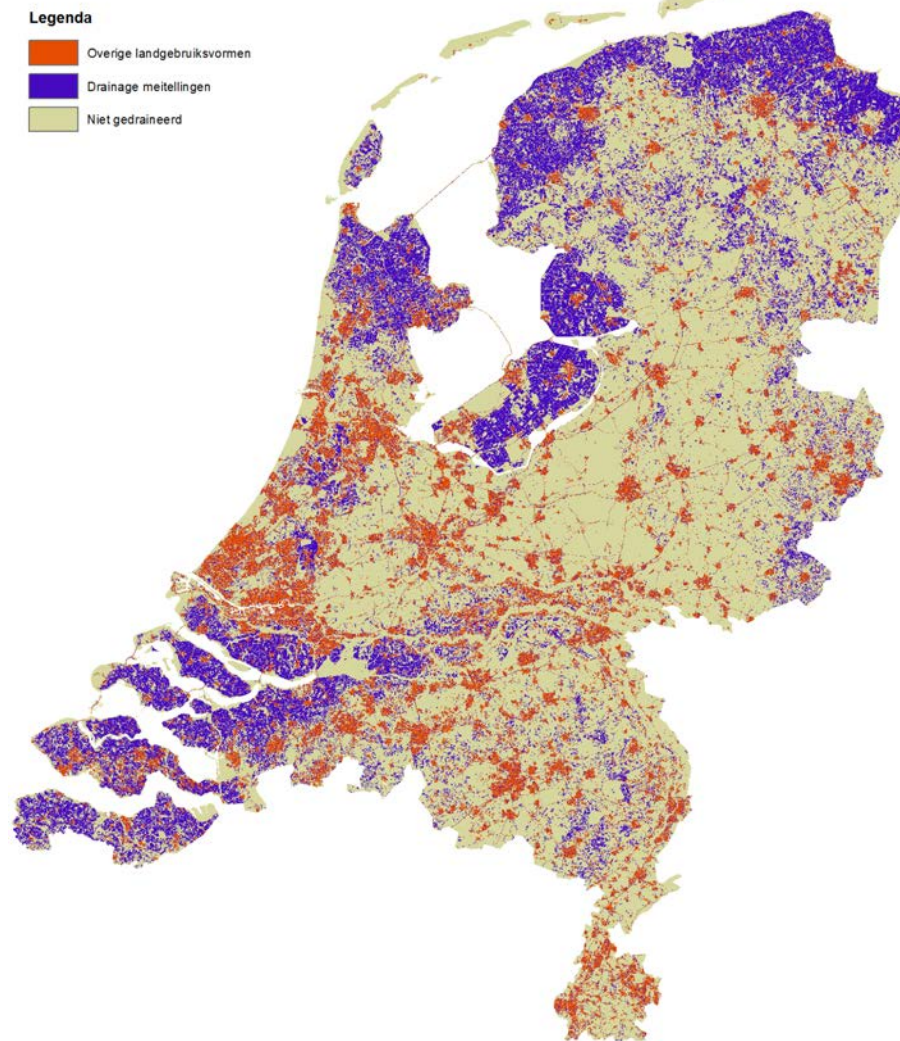


Figuur 11 *Ingeschatte ligging van buisdrainage op basis van de landbouwmetellingen (links) en rekening houdend met drainagekaarten van de waterschappen Peel en Maasvallei, Noorderzijlvest en Hollandse Delta (rechts).*

De definitieve kaart (Figuur 11, rechts) bevat 658.069 ha buisdrainage.

3.2 Aanvulling overig landgebruik

Na samenvoeging van de rechterkaart uit Figuur 11 met de kaarten voor de overige landgebruiksvormen (Figuur 2, rechtsonder) – waarvan wordt aangenomen dat deze zijn gedraineerd – ontstaat buisdrainage 2015 (kaart 12).

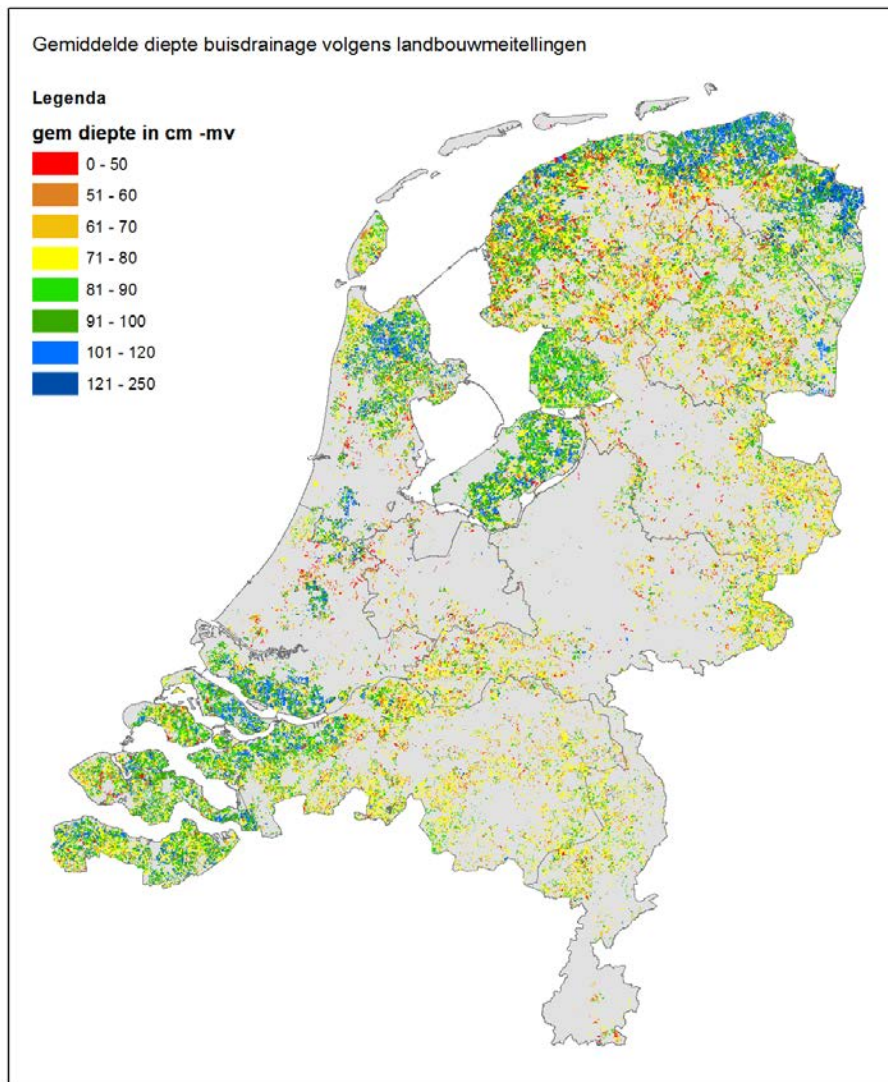


Figuur 12 Gedraineerde gebieden op basis van landbouwmetellingen, aangevuld met andere landgebruiksvormen die gedraineerd zijn.

In Figuur 12 zijn de stedelijke gebieden duidelijk herkenbaar; hiervan is aangenomen dat deze geheel zijn gedraineerd. In werkelijkheid is dat niet overal het geval. Door het ontbreken van Gt-informatie is de drainage in stedelijke gebieden niet gemakkelijk te differentiëren.

3.3 Diepte buisdrainage

De diepte van drainbuizen is voor 2012 nooit gebiedsdekkend geïnventariseerd. Bij de metellingen voor 2012 is gevraagd wat de draindiepte is, dit levert één diepte per bedrijf op; het resultaat is weergegeven in Figuur 13.



Figuur 13 Diepte buisdrainage zoals opgegeven bij de metelling van 2012.

In bijlage 2 is de verdeling van de opgegeven diepte per provincie weergegeven. In Tabel 7 is de procentuele verdeling naar diepte weergegeven, waarbij het grootste deel van het percentage overeenkomt met de bovengrens van de klasse.

Tabel 7

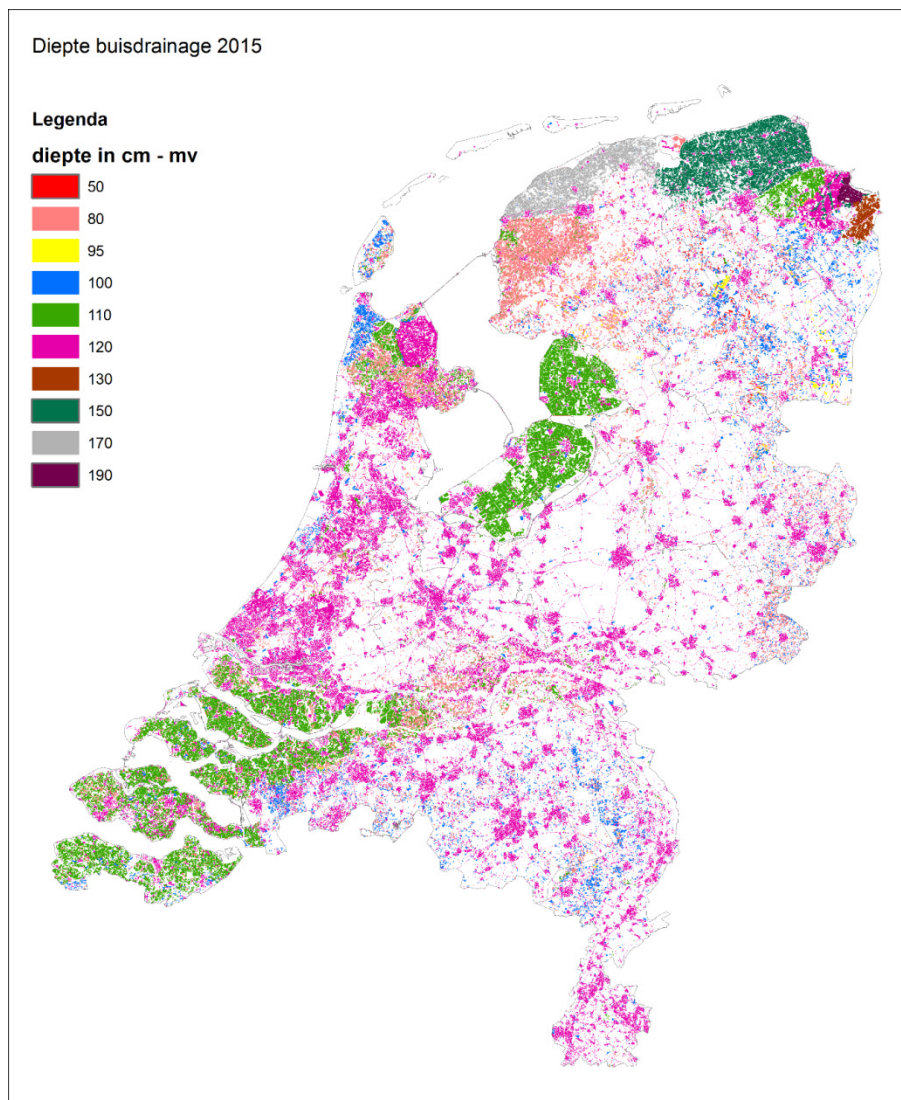
Procentuele verdeling van de drainagediepte volgens metellingen 2012

Diepte cm -mv	Percentage
< 50	4,6
51-60	7,3
61-70	10,0
71-80	30,0
81-90	14,1
91-100	20,3
101-110	4,8
111-120	5,8
121-130	1,2
131-140	0,5
141-150	1,2
151-200	0,4
201-250	0,0

Het grootste areaal heeft een draindiepte van 80 cm -mv; ook draindiepten van 90 en 100 cm komen veel voor. Draindiepten van 150, 170 en 190 cm -mv zoals weergegeven in Figuur 10 komen veel minder voor volgens deze enquête dan uit Figuur 10 zou kunnen worden afgeleid.

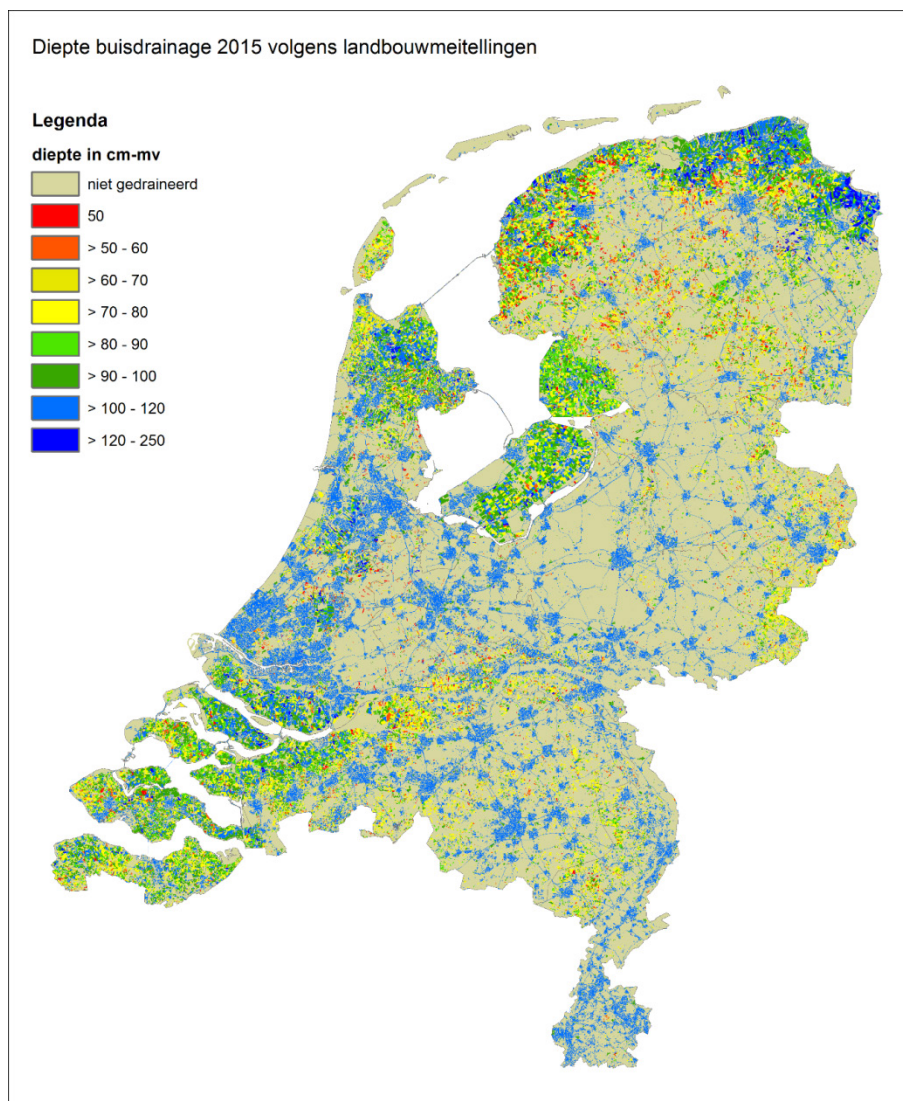
Uiteindelijk zijn twee buisdrainagedieptekaarten afgeleid. Voor de eerste kaart is uitgegaan van dezelfde procedure als toegepast voor de buisdrainagekaart 2012; deze is vooral gebaseerd op Tabel 3 en 4, aangevuld met nadere informatie voor enkele specifieke gebieden. In gebieden met ondiep voorkomen van keileem is de diepte beperkt door de bovenkant van de slecht doorlatende laag. Als de keileem ondieper voorkomt dan 50 cm -mv, dan is aangenomen dat drains op 50 cm -mv liggen; dit betreft 1600 percelen (4325 ha).

Het resultaat is weergegeven in Figuur 14 en komt goed overeen met Figuur 10 uit Massop *et al.*, 2012. Het verschil in kleur voor de Noordoostpolder (blauwe rand, Figuur 10 in Massop *et al.*, 2012) tussen beide kaarten blijkt te zijn veroorzaakt doordat bij de buisdrainagekaart 2012 de aanpassing van de draindiepte voor de IJsselmeerpolders alleen op Flevoland is toegepast en niet op de Noordoostpolder.



Figuur 14 Diepte buisdrainage in buisdrainagekaart 2015, afgeleid op basis van vuistregels en gebiedsinformatie.

Bij de tweede kaart is de draindiepte uit Figuur 14 aangepast voor de gedraineerde percelen op die bedrijven welke bij de enquête in 2012 een gemiddelde draindiepte hebben opgegeven; deze diepte is aan alle percelen van dat bedrijf toegekend. Door een aantal boeren is een draindiepte ondieper dan 50 cm gegeven. Dit is geen reële waarde, bij de weergave in Figuur 15 is dan ook geen gebruikgemaakt van de opgegeven waarde. Om de percelen toch te laten zien, is voor deze bedrijven de diepte op 50 cm gesteld. Het resultaat is weergegeven in Figuur 15.



Figuur 15 Diepte buisdrainage in buisdrainagekaart 2015 na correctie op basis opgave van boeren bij metelling 2012.

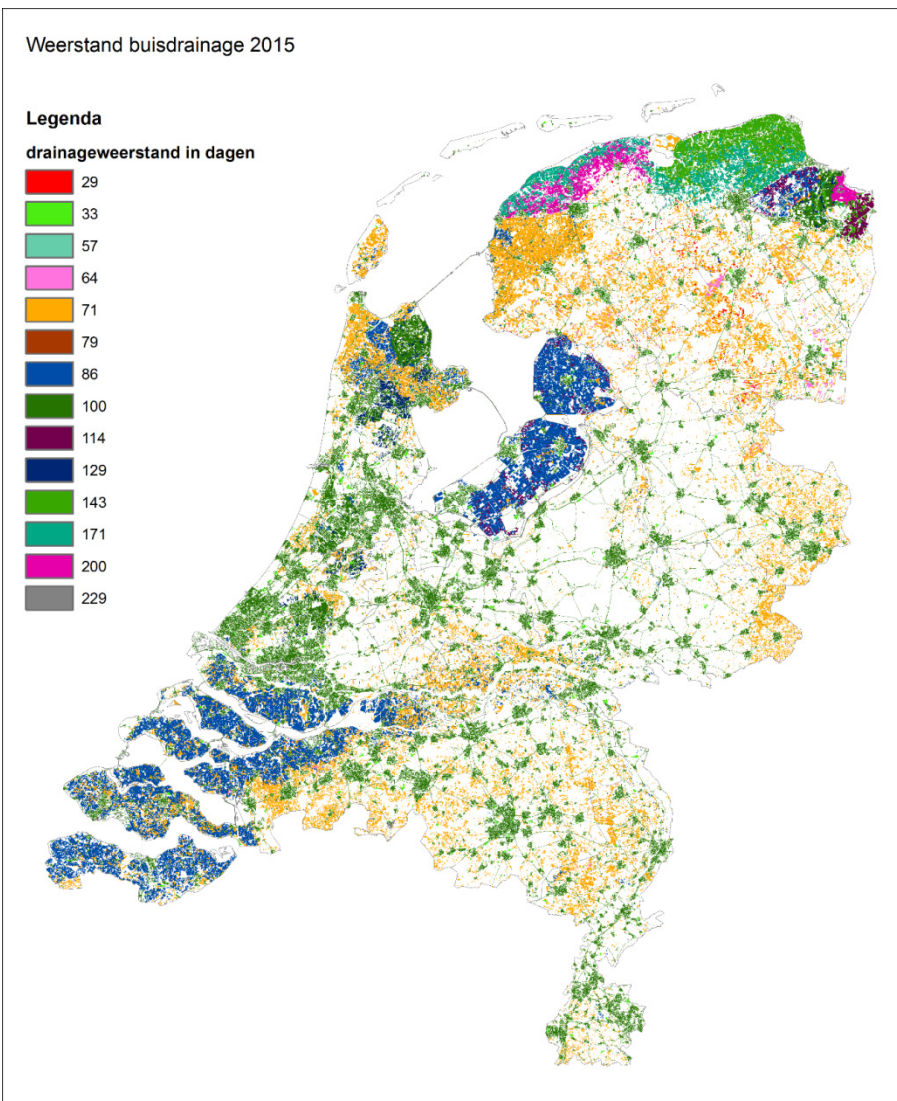
Figuur 15 geeft een gespikkelder beeld dan Figuur 14. Er zijn soms zeer geringe draandiepten opgegeven bij de metellingen (rood), dit lijkt voor de kleigebieden van Friesland, Groningen en Zeeland minder aannemelijk. Draandiepten groter dan 120 cm komen vooral voor in de polders nabij de Dollard en het zeekleigebied van Groningen. Deze kaart is niet direct geschikt voor toepassing bij modelberekeningen, daarvoor is eerst een nadere analyse en mogelijk lokale aanpassing nodig van de draandiepte.

3.4 Weerstand buisdrainage

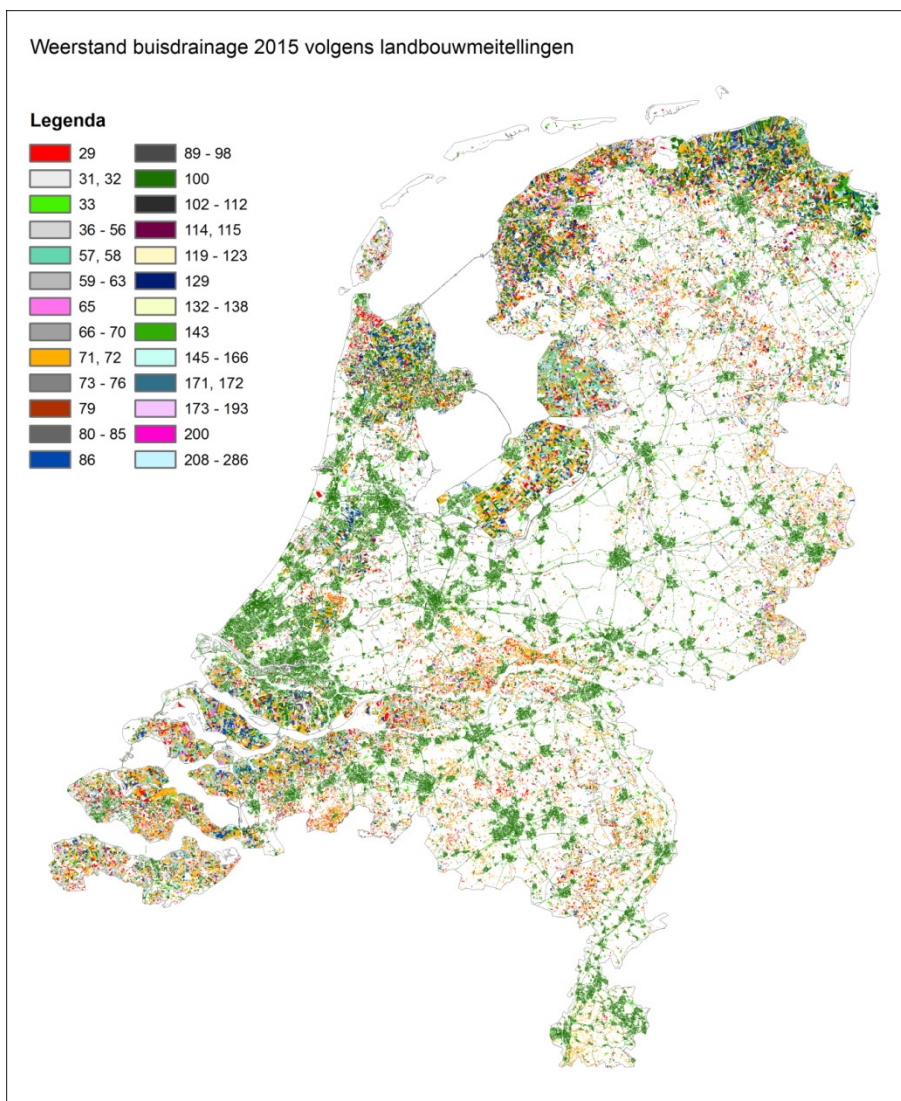
Voor bepaling van de weerstand van de buisdrainage zijn twee dieptekaarten beschikbaar, nl.:

1. de diepte bepaald volgens dezelfde methode als voor de buisdrainagekaart 2012 (Figuur 14) en
2. de diepte gecorrigeerd volgens de opgave van de boeren (Figuur 15).

Voor de bepaling van de buisdrainageweerstand is gebruikgemaakt van formule 1, dit levert twee kaarten op voor de drainageweerstand, nl. kaart 16 en 17.



Figuur 16 Weerstand buisdrainage in buisdrainagekaart 2015, afgeleid op basis van de draindiepte uit Figuur 14.



Figuur 17 Weerstand buisdrainage in buisdrainagekaart 2015, afgeleid op basis van de draindiepte uit Figuur 15.

3.5 Peilgestuurde drainage

De reactie op de vraag welk deel van de drainage peilgestuurd is, staat weergegeven in Figuur 18. Het percentage peilgestuurd is bepaald door het areaal peilgestuurd te delen door het areaal gedraineerd; dit percentage is toegekend aan alle/gedraineerde percelen die tot het bedrijf behoren. Enkele bedrijven hebben een bedrijfsoppervlak kleiner dan het areaal peilgestuurd; hiervoor is de verhouding op 100% gezet.

Verspreid over het land komen locaties voor met peilgestuurde drainage. Concentraties van peilgestuurde drainage zien we vooral in de omgeving van de Anna Paulownapolder en binnen Waterschap Peel en Maasvallei.

Voor Waterschap Peel en Maasvallei geldt de plicht dat alle bestaande drainage uiterlijk 1 januari 2018 is omgebouwd tot een peilgestuurd systeem (<http://www.wpm.nl/search?query=buisdrainage&sort>).

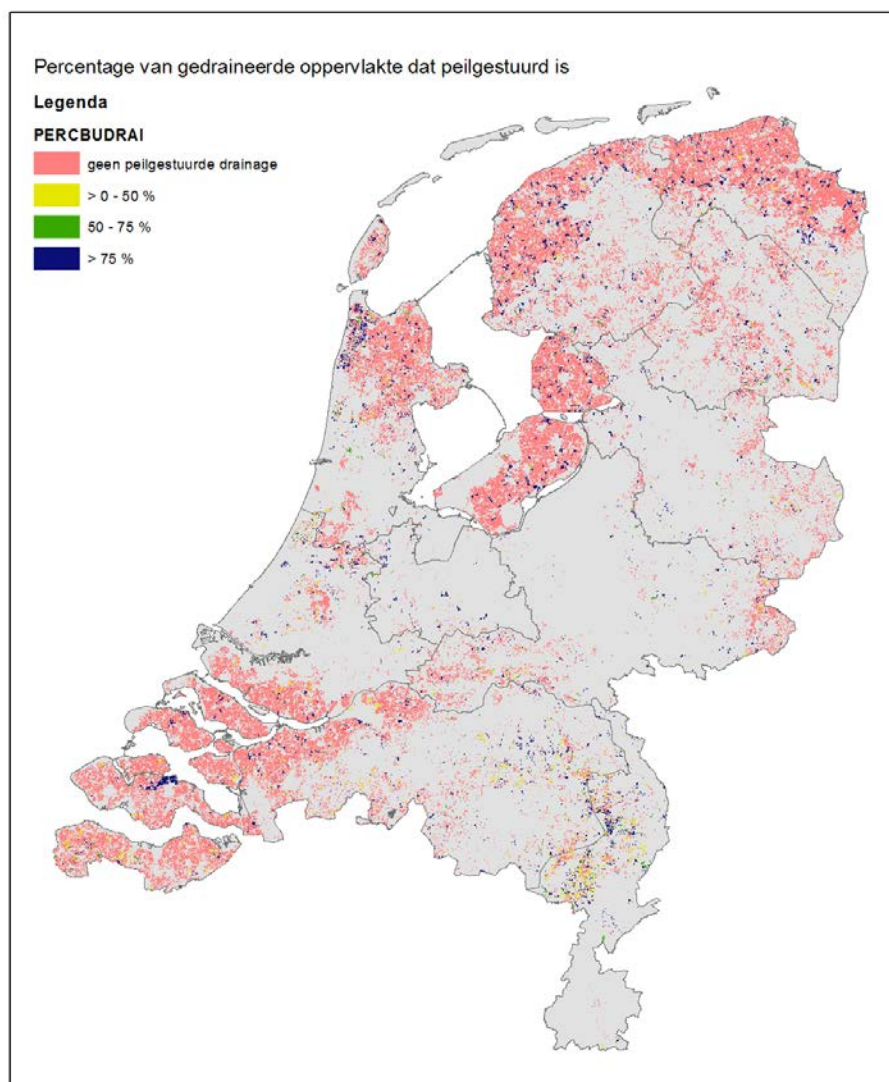
In totaal hebben 2145 bedrijven – dit is 2,8% van het totaal aantal bedrijven van 77.037 ha – gemeld dat ze geheel of gedeeltelijk peilgestuurde drainage toepassen. Het totale oppervlak waarop peilgestuurde drainage wordt toegepast, bedraagt 41.608 ha; dit is 6,3% van het gedraineerde areaal van 654.652 ha.

Verdeeld over de provincies is het areaal weergegeven in Tabel 8.

Tabel 8

Het aantal ha peilgestuurde drainage in vergelijking met het gedraineerde areaal per provincie.

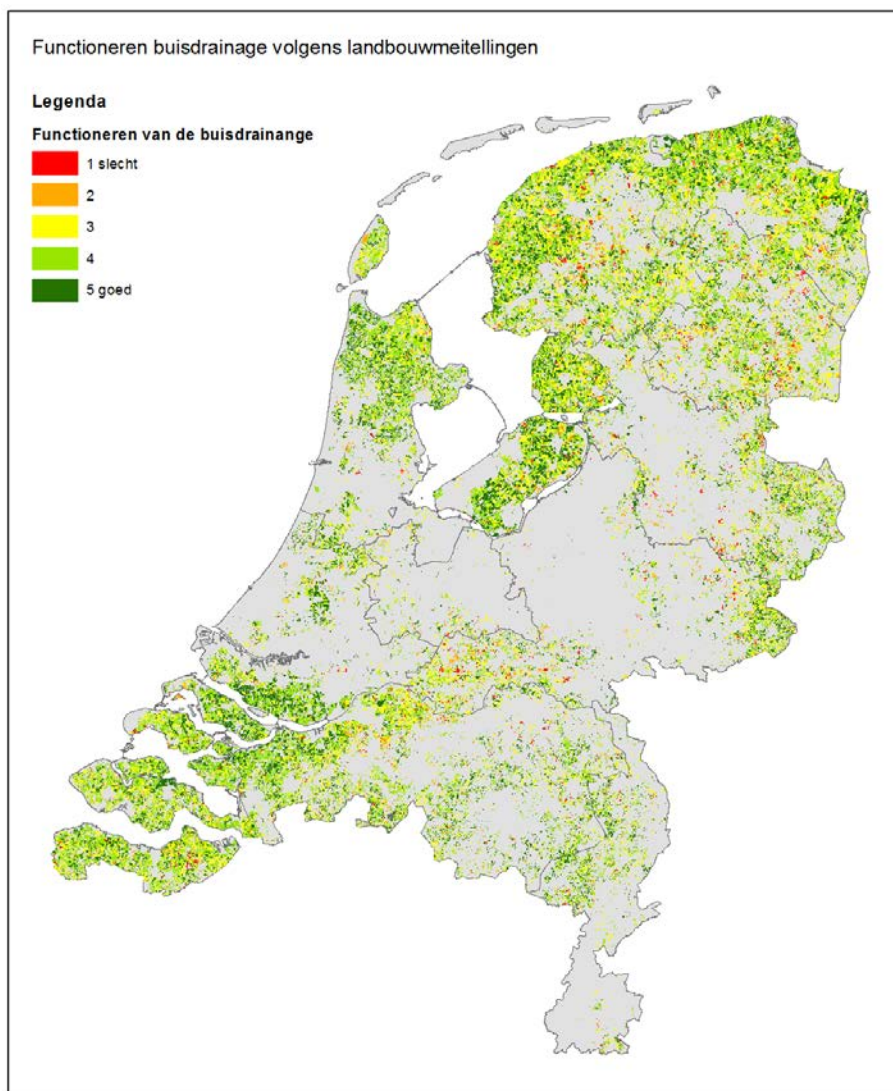
Provincie	Gedraineerd ha	Peilgestuurd ha	Percentage
Groningen	97606	5692	5.8%
Friesland	101445	6466	6.4%
Drenthe	38025	1721	4.5%
Overijssel	24221	1052	4.3%
Gelderland	27573	1658	6.0%
Utrecht	3053	485	15.9%
Flevoland	73802	4174	5.7%
Noord-Holland	67968	6734	9.9%
Zuid-Holland	51077	2919	5.7%
Zeeland	86185	3149	3.7%
Noord-Brabant	72804	4325	5.9%
Limburg	10212	2824	27.7%
Overig	81		
Totaal	654053	41199	6.3%



Figuur 18 Percentage peilgestuurde drainage van het areaal gedraineerd per bedrijf volgens de metelling van 2012.

3.6 Werking drainage

Buisdrainage heeft alleen zin als deze goed functioneert. De boeren is gevraagd de buisdrainage te beoordelen op functioneren. Slecht functioneren van de drains zou voor de boer reden kunnen zijn om op te geven dat hij geen buisdrainage heeft. In Figuur 19 zijn de resultaten weergegeven. Uit Figuur 19 blijkt dat niet van alle drainage wordt gezegd dat deze goed (4-5) functioneert; regelmatig geeft een boer aan dat de buisdrainage matig functioneert. Ook zijn er de nodige bedrijven die aangeven dat de buisdrainage slecht (1-2) functioneert. In het westelijk rivierengebied liggen locaties met buisdrainage waarvan de werking als slecht (1-2) wordt gekwalificeerd. Van onderzoek in Waardenburg, locatie op zware komklei, is bekend dat de drainage in de zomer werkt, omdat het neerslagwater via de scheuren naar de drainagepijpen stroomt. Echter in de winter, als de scheuren zich sluiten, vindt vooral oppervlakkige afvoer via maaiveldgreppels plaats en nauwelijks via de aanwezige buisdrainage.



Figuur 19 Kwalificatie functioneren buisdrainage volgens de landbouwmetelling van 2012.

In Tabel 9 is de procentuele verdeling weergegeven, gebaseerd op 77.037 bedrijven, waarvan 23.971 het functioneren van de drainage hebben beoordeeld.

Tabel 9

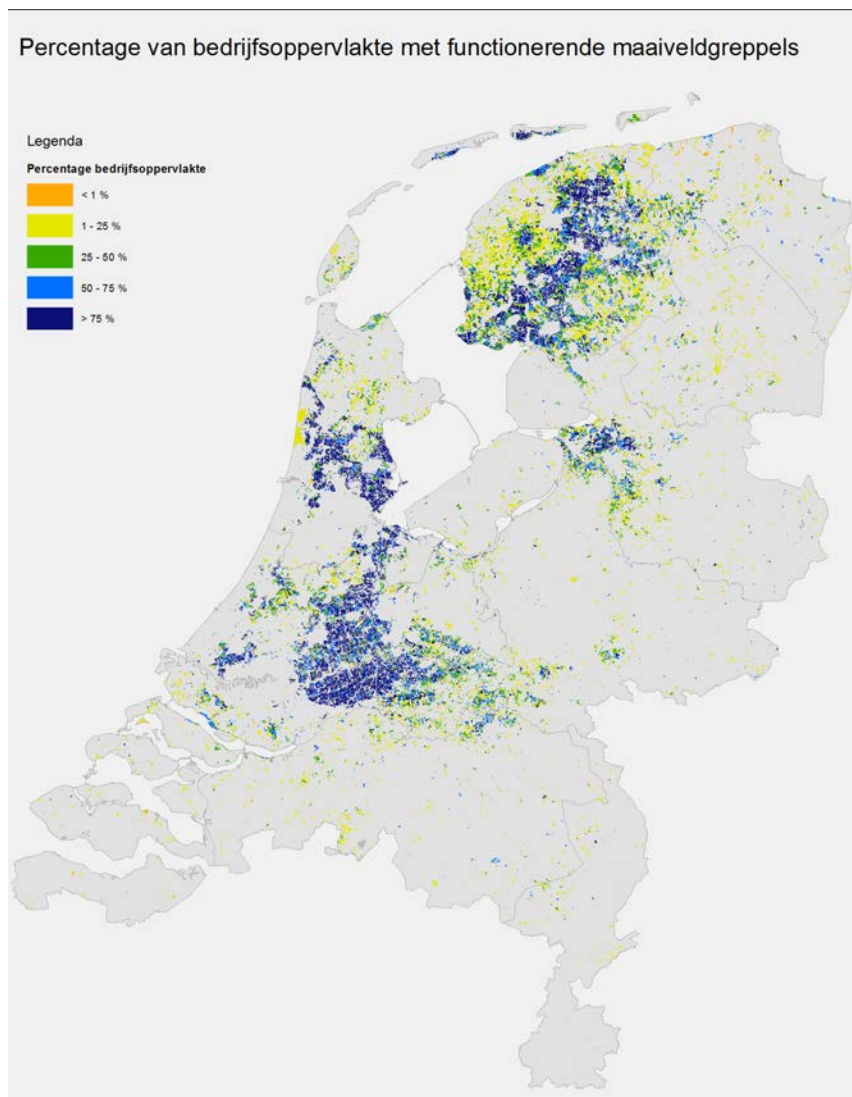
Kwalificatie van het functioneren van buisdrainage

	Geen drainage	1 (slecht)	2	3	4	5 (goed)	Totaal
Bedrijven	53066	619	1360	6781	8689	6522	77037
ha	874988	8324	24753	171068	270525	179982	654652
Percentage		1.3%	3.8%	26.1%	41.3%	27.5%	

Uit Tabel 9 kunnen we afleiden dat op 5,1% van het areaal het functioneren van de buisdrainage als slecht wordt beoordeeld (1 en 2) en op 68,8% als goed (4 en 5).

3.7 Maaivelddrainage

In bodems waar buisdrainage niet of beperkt werkt, worden maaiveldgreppels, soms in combinatie met buisdrainage, toegepast. Dit betreffen bodems met geringe doorlatendheid, bijvoorbeeld in komkleigebieden of met ondiepe grondwaterstanden, zoals in laagveengebieden. Maaiveldgreppels zijn verlagingen van het maaiveld, die zijn aangelegd voor de afvoer van overtollige neerslag naar de kavelsloten. Maaiveldgreppels zijn ondieper dan 0,5 m en staan niet op de topografische kaart aangegeven. Bij de metingen 2012 is gevraagd welk areaal is voorzien van maaiveldgreppels. Het bedrijfspercentage maaiveldgreppels is weergegeven in Figuur 20, er is geen procedure gevolgd om maaiveldgreppels aan percelen toe te kennen.

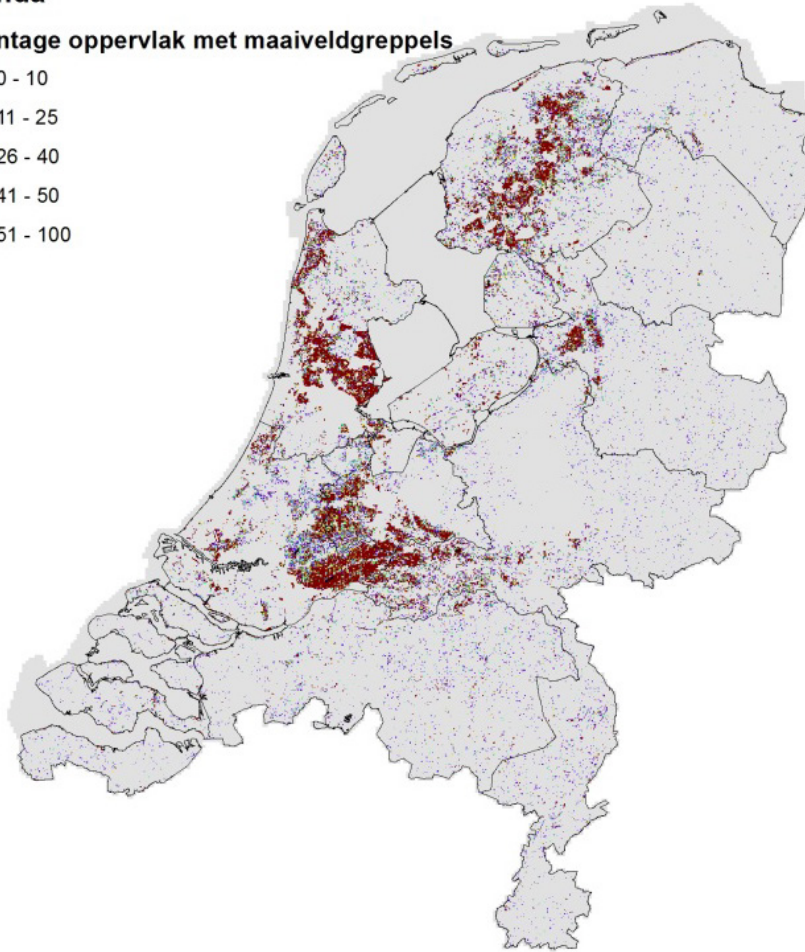
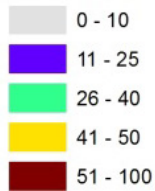


Figuur 20 Percentage maaiveldgreppels per bedrijf volgens de landbouwmetelling van 2012.

Maaiveldgreppels komen overwegend voor in Friesland, de kommen in het Rivierengebied, de veengebieden in Utrecht, Noord- en Zuid-Holland, en in de kop van Overijssel. In grote lijnen komt Figuur 20 overeen met Figuur 21 uit Van der Salm *et al.* (2015). De laatste kaart is afgeleid uit AHN2. Het totale areaal met maaiveldgreppels bedraagt volgens de metellingen 210.318 ha; dit komt overeen met 11,1 procent van het landbouwareaal. Het aantal bedrijven bedraagt 10.264.

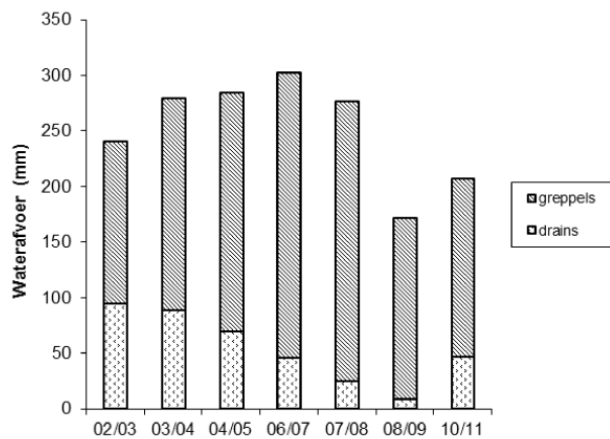
Legenda

Percentage oppervlak met maaiveldgreppels



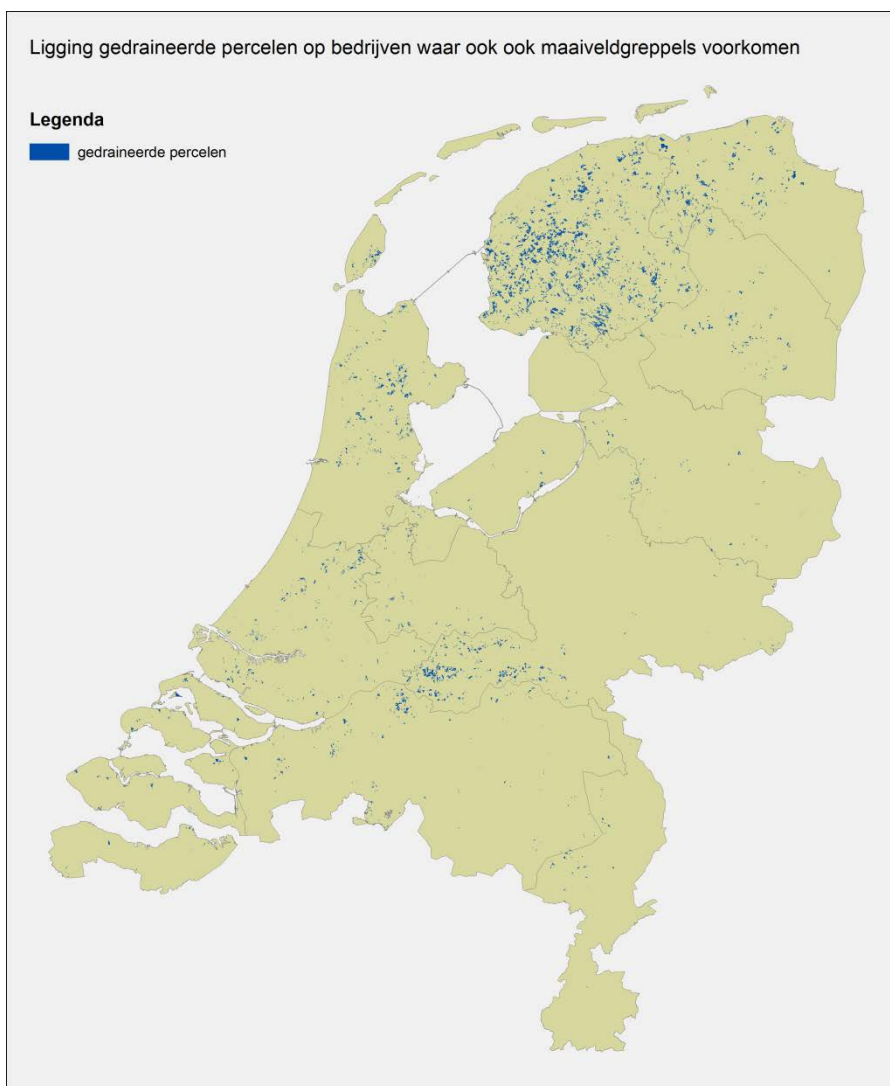
Figuur 21 Percentage maaiveldgreppels volgens Van der Salm *et al.* (2015).

Als een perceel is gedraineerd, komen hoge grondwaterstanden – en daarmee maaiveldafvoer – minder voor. In sommige gevallen worden maaiveld drainage en buisdrainage in combinatie toegepast, bijvoorbeeld in een situatie met zware gronden, waarbij drainage werkt ingeval van scheurvorming, maar zodra de scheuren sluiten, vindt afvoer over het maaiveld via maaiveldgreppels plaats (Figuur 22, Koopmans *et al.*, 2012).



Figuur 22 Waterafvoer door greppels en drains van de meetlocatie van melkveehouderij 'De Tweesprong' in de meetjaren 2002 t/m 2011 naar Koopmans et al., 2012.

Volgens opgave van de boeren zijn er 1541 bedrijven met een totale oppervlakte van 18.290 ha waar naast buisdrainage ook maaiveldgreppels worden toegepast (Figuur 23).



Figuur 23 Bedrijven met percelen waar buisdrainage en maaiveldgreppels gecombineerd worden toegepast.

De gecombineerde toepassing van zowel buisdrainage als maaiveldgreppels komt overwegend voor in Friesland en het westelijk deel van Rivierenland.

4 Plausibiliteit

4.1 Omvang areaal gedraineerd

Voor het project klimaatadaptieve drainage is op basis van de combinatie bodemtype, grondwatertrap en gewas de landbouwkundige behoefte aan drainage vastgesteld. Voor het gewas is de BRP2010 gebruikt, de bodem is ingedeeld naar grondsoort (zand, klei, löss en veen) en voor de grondwatertrap is de COLN-kaart gebruikt die de situatie in de periode 1952–1955 weergeeft. Volgens de kaart drainagebehoeftegronden (Bakel *et al.*, 2013) is ca. 1.200.000 ha drainagebehoeftegronden. Door waterhuiskundige maatregelen – niet zijnde buisdrainage – is waarschijnlijk een deel van de in kaart 24 weergegeven gronden inmiddels niet meer drainagebehoeftegronden.



Figuur 24 Drainagebehoeftegronden.

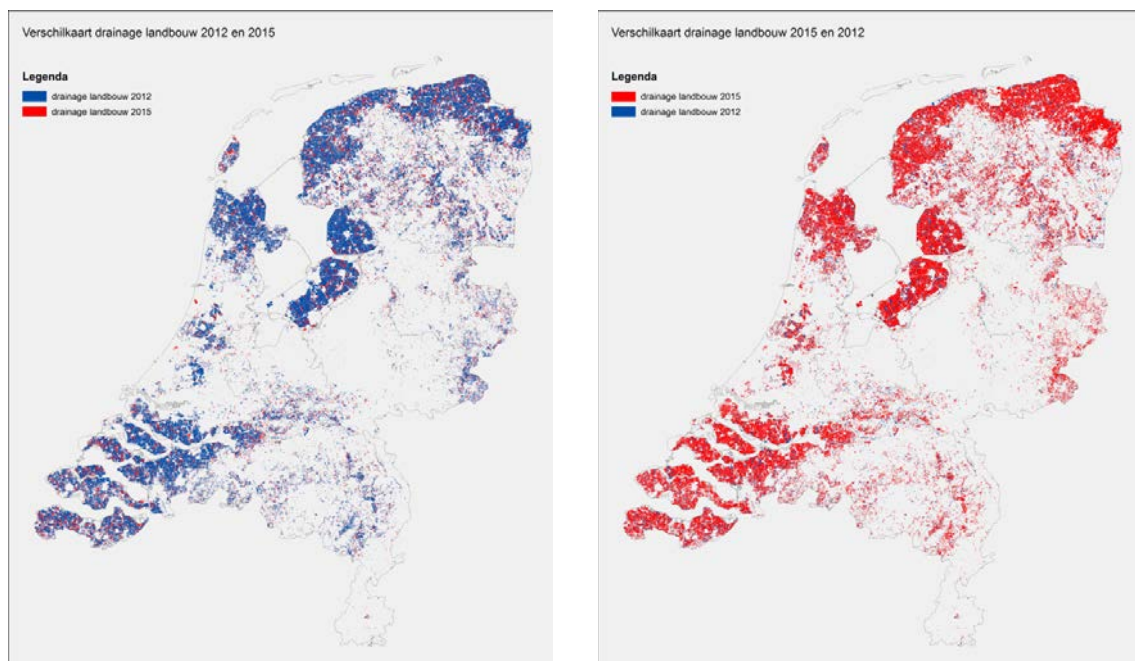
Jan Huinink schat op basis van expert judgement dat in Nederland ca. 800.000 ha landbouwgrond drainagebehoefstig is (40%). Uit een inventarisatie van de Landinrichtingsdienst, de Landbouwvoorlichting en de Bodemconsulentschappen is bekend dat in 1977 450.000 ha was gedraineerd. De drainage was op dat moment overwegend in bouwland gelegd, de drainage van grasland kwam net op gang. Huinink schat de drainagecapaciteit in 1977 op 20.000 km per jaar, overeenkomend met 25 à 30.000 ha/jaar. Uitgaande van een vervangingstermijn van 40 jaar wordt $450.000/40 = 11.250$ ha per jaar vervangen. Voor nieuwe drainage resteert een capaciteit van 16.000 ha/jaar. Hiermee kan in 22 jaar de resterende 350 000 ha van drainage worden voorzien. Dit betekent dat omstreeks 2000 de drainagebehoefte zou zijn gedekt. Sindsdien is peilgestuurde drainage geïntroduceerd en ook wordt drainage toegepast in veengebieden om de maaiveldddaling te beperken. Alles overwegend, lijkt 1.200.000 ha drainagebehoefstige gronden aan de hoge kant en lijkt het getal van 800.000 ha een meer reële benadering, hoewel dit geen hard getal betreft.

Het BRP-bestand bevat de gegevens van 77.037 bedrijven, met een gezamenlijk oppervlak van 1.899.652 ha. Hiervan hebben 23.781 bedrijven percelen met buisdrainage, het totaal gedraineerd areaal bedraagt 654.652 ha, oftewel 34,5% van het landbouw areaal.

Ervan uitgaande dat van het landbouwgebied 800.000 ha is gedraineerd, betekent dat door respondenten ca. 18% van het werkelijke areaal niet is opgegeven via de landbouwmeitellingen, of buiten het enquêtegebied valt. Zo ontbreken bepaalde landbouwgebieden in het BRP-percelenbestand, o.a. de kassengebieden in het Westland. In Massop *et al.* (2012) is geconstateerd dat op sommige percelen van bedrijven die in de landbouwmeitellingen hebben aangegeven niet te draineren, toch drainage voorkomt; uit de vergelijking met veldinventarisaties bleek het te gaan om ca. 15%. Voor Noorderzijlvest blijkt uit vergelijking van de buisdrainagekaart van het waterschap met buisdrainagekaart 2012 dat er sprake is van een onderschatting van 25% (bijlage 3). Extrapolatie op basis van deze 25% onderschatting naar de rest van Nederland zou betekenen dat het werkelijk gedraineerde areaal 865.000 ha bedraagt.

4.2 Vergelijking buisdrainagekaart 2012 met buisdrainagekaart 2015

Als eerste stap zijn de buisdrainagekaart 2012 en 2015 zoals afgeleid van de meetellingen onderling vergeleken, door beide kaarten over elkaar te leggen (Figuur 25).



Figuur 25 Aanvulling (rood, links) en afname (blauw, rechts) van buisdrainagekaart 2015 t.o.v. buisdrainagekaart 2012.

In Figuur 25 links wordt de buisdrainagekaart 2015 (rood) afgedekt door de buisdrainagekaart 2012. De rode puntjes in de kaart geven locaties weer die in buisdrainagekaart 2015 zijn gedraineerd en in buisdrainagekaart 2012 (blauw) niet zijn gedraineerd. In Figuur 25 rechts wordt buisdrainagekaart 2012 (blauw) afgedekt door buisdrainagekaart 2015 (rood). De blauwe puntjes geven locaties weer die in buisdrainagekaart 2012 zijn gedraineerd en in buisdrainagekaart 2015 niet zijn gedraineerd. Uit Figuur 25 blijkt dat er verschillen bestaan tussen buisdrainagekaart 2012 en buisdrainagekaart 2015.

Voor deze verschillen zijn volgende oorzaken aan te wijzen:

- Mogelijk onjuiste opgave buisdrainage; een voorbeeld is een bedrijf dat in 2010 opgeeft dat er buisdrainage voorkomt en in 2012 opgeeft dat er geen buisdrainage voorkomt.
- Opheffing van bedrijven; door opheffing van bedrijven wordt gronden toegevoegd aan andere bedrijven waardoor de set aan percelen waaraan drainage wordt toegekend, verandert en er verschuivingen kunnen optreden.
- Percelen die van eigenaar veranderen; deze percelen worden toegevoegd aan een andere set van percelen waardoor verschuivingen kunnen optreden.
- Verandering in de topografie van de percelen; door samenvoegen of opsplitsen van gewaspercelen verandert de set percelen en kan de toekenning aan de percelen veranderen.
- Nieuwe keileemkaart; deze kaart kan afwijken van de eerder gebruikte keileemkaart, waardoor mogelijk andere percelen worden uitgesloten van drainage dan bij buisdrainagekaart 2012.
- Nieuwe natuurkaart; door toepassing van een nieuwe natuurkaart worden mogelijk meer percelen uitgesloten van buisdrainage.
- Gebruik kaarten waterschap met ligging drainage; voor drie waterschappen is informatie beschikbaar over het voorkomen van buisdrainage, dit was in 2010 slechts één waterschap.
- Verandering in LGN7 t.o.v. LGN6.

4.3 Opgave gedraineerd areaal

Om inzicht te krijgen in de veranderingen op bedrijfsniveau zijn bedrijven die beide metellingen hebben ingevuld, vergeleken. Bedrijven hebben een uniek nummer en kunnen op dit nummer worden gekoppeld. Als eerste is de complete set met bedrijven die in 2012 een drainageareaal hebben opgegeven, genomen en is nagegaan of hieraan bedrijven kunnen worden gekoppeld die in 2010 eveneens de metellingen hebben ingevuld (Tabel 10).

Tabel 10

Vergelijking metellingen 2010 en 2012 op basis van bedrijven gedraineerde bedrijven in 2012.

Metellingen		Aantal bedrijven	Metelling 2012		Metelling 2010	
2012	2010		Areaal (ha)	Drainage (ha)	Areaal (ha)	Drainage (ha)
Drainage	Geen	4650	150084	73059	155052	0
Drainage	Drainage	16547	763152	504019	757571	502536
Drainage	Geen koppeling met 2010	2424	109513	76255		
Totaal		23621	1022749	653333	912623	502536

In totaal zijn er in 2012 23641 bedrijven die een areaal buisdrainage opgeven. Hiervan zijn 16547 bedrijven die in beide jaren een areaal gedraineerd hebben opgegeven. Het opgegeven areaal is vrijwel gelijk en bedraagt 77% van het totale areaal. Daarnaast zijn er 4650 bedrijven die in 2012 een areaal buisdrainage hebben opgegeven, en in 2010 hebben opgegeven dat ze geen buisdrainage hadden. Daarnaast zijn er 2424 bedrijven die in 2010 niet zijn te koppelen. Beide deelselecties beslaan ieder 11% van het gedraineerde areaal. Dat bedrijven in 2012 hebben opgegeven wel drainage te hebben en in 2010 niet, kan zowel worden verklaard door de aanleg van nieuwe drainage alsook doordat gedraineerde percelen van eigenaar zijn gewisseld.

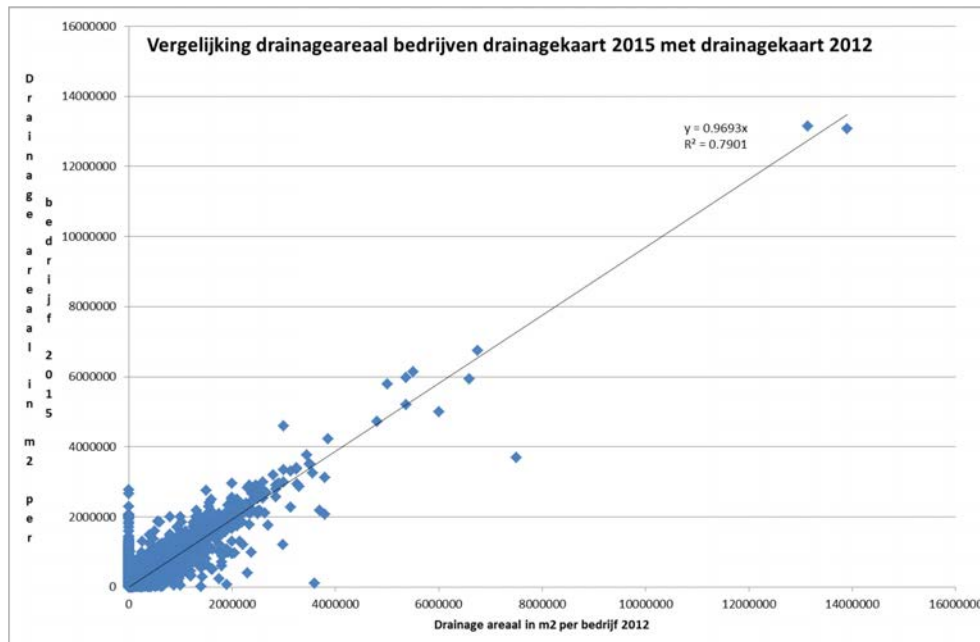
Tabel 11

Vergelijking metellingen 2010 en 2012 op basis van bedrijven op basis van bedrijven gedraineerde bedrijven in 2010.

Metellingen		Aantal bedrijven	Metelling 2010		Metelling 2012	
2010	2012		Areaal (ha)	Drainage (ha)	Areaal (ha)	Drainage (ha)
Drainage	Geen	3979	111726	56277	90598	0
Drainage	Drainage	16545	757568	502533	759577	504019
Drainage	Geen koppeling met 2012	2835	106627	70840		
Totaal		23359	975921	629650	850175	504019

Eenzelfde vergelijking is gemaakt door uit te gaan van de set bedrijven die in 2010 buisdrainage heeft opgegeven (Tabel 11). Het aantal bedrijven dat drainage heeft opgegeven in 2010 en 2012 verschilt nauwelijks. Wel zijn er 3979 bedrijven die in 2010 wel en in 2012 geen drainage hebben opgegeven.

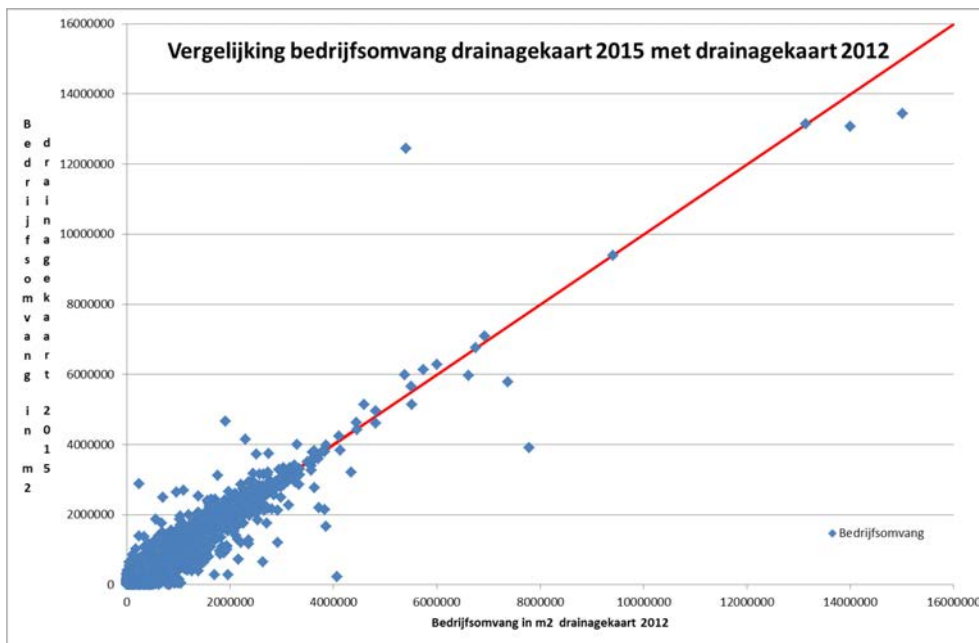
In Figuur 26 zijn de gedraineerde arealen per bedrijf uitgezet op basis van de metellingen van 2010 en 2012.



Figuur 26 Relatie tussen opgegeven gedraineerd areaal in drainagekaart 2012 en drainagekaart 2015 voor die bedrijven die voor beide jaren de metellingen hebben ingevuld.

Uit Figuur 26 volgt een R^2 van 0,79; de drainagearealen per bedrijf laten een spreiding zien. Er zijn dus veranderingen opgetreden in de omvang van het gedraineerde areaal per bedrijf. Ook is in Figuur 26 te zien dat enkele bedrijven die volgens de buisdrainagekaart 2012 nog geen buisdrainage toepassen, inmiddels wel gedraineerde percelen beschikken.

In Figuur 27 is eenzelfde figuur voor de bedrijfsomvang weergegeven; ook deze vertoont een zekere spreiding als gevolg van vermindering dan wel uitbreiding van het areaal.



Figuur 27 *Vergelijking opgegeven bedrijfsgroottes in drainagekaart 2012 en drainagekaart 2015 voor die bedrijven die voor beide jaren de metellingen hebben ingevuld.*

Veranderingen in de eigendomssituatie van percelen kan leiden tot verandering in de toekenning aan percelen en daardoor tot verschillen in de drainagekaart afgeleid op basis van de metellingen van 2010 en 2012 (zie ook Figuur 25).

5 Conclusies en aanbevelingen

De buisdrainagekaart 2015 is plausibel

De buisdrainagekaart 2015 komt in grote mate overeen met de buisdrainagekaart van 2012. De meeste buisdrainage mag worden verwacht in de kleigebieden en gebieden met een ondiepe leemlaag of geohydrologische basis. Verschillen met de buisdrainagekaart 2012 worden o.a. veroorzaakt door verschillen bij toekenning als gevolg van gewijzigde karteerbare kenmerken en veranderingen in bedrijfsomvang door aan- en verkoop van percelen. Buisdrainagekaart 2015 is plausibel en geeft meer buisdrainage dan de buisdrainagekaart 2012.

Opgave omvang gedraineerd areaal in Nederland is waarschijnlijk ca 75–82% van het werkelijk gedraineerde landbouwareaal

De nieuwe buisdrainagekaart 2015 is voor het Nederlandse landbouwgebied gebaseerd op de landbouwmetellingen van 2012. Uit de landbouwmetellingen kan een areaal gedraineerd van 654.652 ha worden afgeleid. Een globale landelijke inschatting geeft een areaal van 800.000–865.000 ha drainagebehoeftegronden. Uitgaande van deze 800.000–865.000 ha drainagebehoeftegronden betekent dat ca. 75–82% van de aanwezige drainage in beeld is op basis van de landbouwmetellingen. Een aanvullend areaal is in beeld gebracht op basis van grondgebruik LGN7 en TOP10NL, zoals kassengebieden Westland, fruitteelt en drainage stedelijk gebied.

Opgave gedraineerd areaal door bedrijven bij landbouwmetellingen kan verschillen tussen de metellingen van 2010 en 2012

De meeste bedrijven met buisdrainage geven in beide jaren een bepaald areaal buisdrainage op. De arealen tussen beide opnamemomenten vertonen een zekere spreiding. Dit kan worden veroorzaakt doordat nieuwe percelen zijn gedraineerd, maar ook doordat percelen van eigenaar wisselen. Verder blijkt dat enkele bedrijven in 2010 hebben opgegeven geen gedraineerde percelen te hebben en in 2012 wel; omgekeerd komt ook voor.

De draindiepte ligt volgens opgave van boeren overwegend tussen 80 cm en 100 cm

Voor het eerst is de draindiepte op bedrijfsniveau geïnventariseerd. De draindieptes die het meest voorkomen, zijn 80, 90 en 100 cm, nl. totaal ca. 65%. Circa 20% van de bedrijven geeft een draindiepte aan ondieper dan 80 cm en ca. 15% van de bedrijven een draindiepte dieper dan 120 cm. De draindiepte in Groningen en Friesland volgens kaart 10 lijkt niet op alle bedrijven in dat gebied van toepassing. Sommige boeren geven een draindiepte aan geringer dan 50 cm -mv; omdat dit niet reëel lijkt, is voor deze bedrijven een draindiepte van 50 cm aangehouden.

Maaiveld drainage wordt vooral toegepast op zware gronden en in veengebieden

Volgens de opgave van de boeren komt maaiveld drainage vooral voor in Friesland, in Rivierenland en de veengebieden van Noord- en Zuid-Holland, Utrecht en in de kop van Overijssel. Dit komt goed overeen met de kaart met maaiveldgreppels afgeleid op basis van de AHN2.

Maaiveld drainage wordt soms toegepast als aanvulling op buisdrainage

Buisdrainage wordt aangelegd om hoge grondwaterstanden tegen te gaan. Als de doorlatendheid van de grond (tijdelijk) slecht is, worden beide vormen gecombineerd; dit treffen we o.a. aan in de komkleigebieden met niet-permanente scheuren. Bij aanwezigheid van scheuren in de zomer en najaar werkt de buisdrainage goed; op het moment dat de scheuren zich sluiten, neemt de maaiveld drainage het over van de buisdrainage.

Nader onderzoek naar de mogelijkheid om buisdrainage exact in kaart te brengen, is gewenst

De huidige buisdrainagekaart is deels een statistische kaart, omdat een deel van de buisdrainage op basis van karteerbare kenmerken wordt toegekend. Om de buisdrainagekaart nog beter overeen te

laten komen met de werkelijkheid, zou de boer gevraagd moeten worden om op kaarten aan te geven welke percelen volgens de BRP-kaart daadwerkelijk zijn gedraineerd.

Nader onderzoek van de opgegeven draindiepte is gewenst

Via de metingen van 2012 zijn gegevens verkregen over de gemiddelde draindiepte op bedrijfsniveau. Dit zijn waardevolle gegevens; echter, dit bestand is nog niet direct geschikt voor toepassing. Een nadere analyse van deze gegevens is gewenst om tot een verbetering van de huidige dieptekaart te komen.

Nader onderzoek om een maaiveldgreppels in kaart te brengen is gewenst

Via de metingen is informatie beschikbaar gekomen over maaiveldgreppels, er is ook een quickscan op basis van de AHN2 beschikbaar. Verder zijn in MIPWA-verband maaiveldgreppels in kaart gebracht. Uit deze bestanden dient een landelijk bestand te worden afgeleid dat kan worden toegepast voor modelberekeningen.

Literatuur

- Bakel, P.J.T. van, G.A.P.H. van den Eertwegh, H.T.L. Massop en J. Brandsma, 2013. *Klimaatadaptieve Drainage. Landelijke geschiktheid van conventionele samengestelde peilgestuurde en klimaatadaptieve drainage*. Wageningen, FutureWater Rapport 118.
- Consulentschap in algemene dienst voor bodemaangelegenheden in de Landbouw, 1984. *Vlugschrift voor de landbouw*. Nr. 361. Wageningen, Ministerie van Landbouw en Visserij.
- Hoogewoud, J., J. Huinink, H. Massop en A. Lourens, 2010. *Mipwa 2.0. Update van het topsysteem*. Deltares, 1201954-000-BGS-0006.
- Hazeu, G.W., C. Schuiling, G.J. van Dorland, G.J. Roerink, H.S.D. Naeff, R.A. Smidt, 2014.,0. Wageningen, Alterra Wageningen UR, Alterra-rapport 2548.
- Kooistra, K., 1989. *Drainage en andere wijzen van ontwatering*. Misset, Doetinchem.
- Kooistra, K., 1990. *Onderhoud van drainage en sloten*. Misset, Doetinchem.
- Koopmans, G.F., A. van den Toorn, I.C. Regelink en C. van der Salm. *Oppervlakkige afspoeling op landbouwgronden. Incidentele nutriëntenverliezen en speciatie van fosfaat op zwarte kleigrond*. Wageningen, Alterra Wageningen UR, Alterra-rapport 2269.
- Linden, W. van der, W. Berendrecht, A. Veldhuizen, H. Massop, A. Blonk, A. Heuven en W.J. Zaadnoordijk, 2008. *AMIGO, Actueel Model Instrument Gelderland Oost. Bijlage H: Het concept van de buisdrainage*. Utrecht, Deltares/TNO-rapport 2008-U-R0749/A.
- Linden, W. van der, W. Berendrecht, G. Hendriksen, A. Veldhuizen, H. Massop, A. Heuven, W.J. Zaadnoordijk, V. Lagendijk, R. de Groot en J. van de Braak, 2008. *Grondwatermodellering Rivierenland. Bijlage H Het concept van de buisdrainage*. Utrecht, Deltares/TNO-rapport 2008-U-R0827/A.
- Massop, H.Th.L., 2001. *Drainagekaart Noord-Brabant. Toekenning van buisdrainage gebaseerd op statistische kenmerken uit veldonderzoek in een beperkt aantal proefgebieden, aangevuld met gebiedsdekkende inventarisaties en expert kennis*.
- Massop, H.Th.L., 2002. *Landelijke karakterisering buisdrainage*.
- Massop, H.Th.L. en P.J.T. van Bakel, 2008. *Nationaal Hydrologisch Instrumentarium - NHI. Modelrapportage. Deelrapport Buisdrainage*.
- Massop, H. Th. L., C. Schuiling en A.A. Veldhuizen, 2013. *Buisdrainagekaart 2012. Update landelijke buisdrainagekenmerken t.b.v. NHI op basis van de landbouwmetellingen 2010*. Wageningen, Alterra-rapport 2381.
- Salm, C. van der, P. Groenendijk, R. Hendriks, L. Renaud en H. Massop, 2015. *Opties voor benutten van de bodem voor schoon oppervlaktewater*. Wageningen, Alterra Wageningen UR (University & Research centre), Alterra-rapport 2588.
- Schultz, E., 1992. *Waterbeheersing van de Nederlandse droogmakerijen*. Lelystad, Proefschrift Technische Universiteit Delft.

-
- Snepvangers, J. en W. Berendrecht, 2007. MIPWA, Methodiekontwikkeling voor Interactieve Planvorming ten behoeve van Waterbeheer. Utrecht, TNO-rapport 2007-U-R0972/A. (medeauteur o.a. bijlage G).
- Vernes, R.W., J.H.A. Bosch, R. Harting, D. Maljers en J. Schokker, 2013. Data-inventarisatie, kartering en parametrisatie van keileem in het MIPWA-gebied. Utrecht, TNO-rapport TNO2013 R10107.
- Wösten, J.H.M., F. de Vries, T. Hoogland, H. Th. L. Massop, A.A. Veldhuizen, H.R.J. Vroon, J.G. Wesseling, J. Heijkers en A. Bolman, 2013. BOFEK2012, de nieuwe, bodemfysische schematisatie van Nederland. Wageningen, Alterra-rapport 2387.

Bijlage 1 Meitellingen 2012 Vraag 8g Drainage

8g Drainage		
1 Is er op uw bedrijf op 1 april 2012 buisdrainage, inclusief peilgestuurde drainage, aanwezig?	Nee > Ga verder met vraag 2	
	Ja > <input type="radio"/> Vul de volgende vragen in	
	Wat is de totale bedrijfsoppervlakte waar buisdrainage aanwezig is?	ha are 325
	waarvan peilgestuurde drainage	ha are 326
	Wat is de gemiddelde diepte van de buisdrainage ten opzichte van het maaiveld?	cm 326
Geef aan hoe de buisdrainage functioneert	Slecht Goed <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> 327	
2 Zijn er op uw bedrijf op 1 april 2012 maaiveldgreppels aanwezig?	Nee > Ga verder met onderdeel 9 Handtekening	
	Ja > <input type="radio"/> Vul de volgende vragen in	
	Wat is de totale oppervlakte graslandpercelen in gebruik:	ha are
	met functionerende maaiveldgreppels zonder buisdrainage	ha are 365
	met functionerende maaiveldgreppels aanvullend op buisdrainage	ha are 366
> Ga verder met onderdeel 9 Handtekening		

Bijlage 2 Draindiepte volgens metellingen 2012

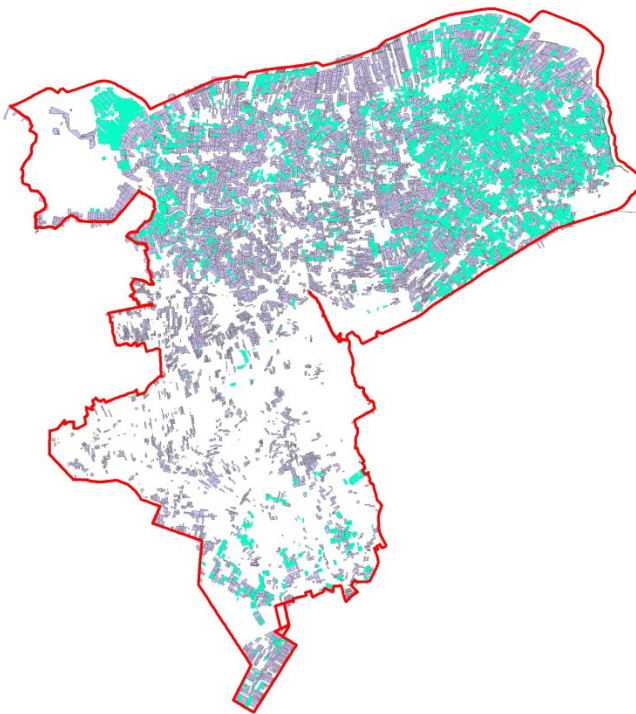
Draindiepte	Groningen	Friesland	Drenthe	Overijssel	Gelderland	Utrecht	Flevoland	Noord-Holland	Zuid-Holland	Zeeland	Noord-Brabant	Limburg	(blank)	Totaal	Percentage
0	37489	66187	72112	134171	177357	56452	9584	51821	60813	19488	120093	77262	1384	884215	
1				25	9		61		38					133	0.0%
5									14					14	0.0%
7			17											17	0.0%
8					6									6	0.0%
10	3	44		1	70	51	22	27	3					221	0.0%
15		13				50	26	1		78				168	0.0%
20	53	53	50	87	2	18	308	91	171		1			835	0.1%
25	62	96	3		1	3		57			1			222	0.0%
28		155			9	2								166	0.0%
30	207	566	39	166	77	88	6	162	333	65	113			1822	0.2%
35	4	179		26	101	18		21	125	9	1	4		486	0.0%
40	348	3249	1283	530	802	375	66	681	769	108	407	161		8778	0.9%
42				50										50	0.0%
45	205	787	582	181	65	151	22	150	134	124	111	31		2543	0.2%
48				36							21			57	0.0%
50	2272	9631	3102	2465	2793	884	425	2203	2301	1709	3099	826		31712	3.1%
51												95		95	0.0%
55	178	1007	339	132	244	105		54	151	171	281	28		2690	0.3%
59				1										1	0.0%
60	5456	13930	9024	7673	7699	1087	1835	4659	3741	4911	9800	1796		71610	7.0%
62		61	8											69	0.0%
63	24										24			48	0.0%
64									32					32	0.0%
65	1143	1892	2292	852	950	109	212	906	420	441	1276	761		11254	1.1%
66	111													111	0.0%
70	7163	13901	11088	9298	8844	1254	3505	5543	3601	6945	15502	4822	1	91468	8.9%
71		44	178								64			286	0.0%
72			0								79			79	0.0%
73					45				49					94	0.0%
75	2418	6174	3965	3508	4752	334	1664	2938	1293	3052	5264	1550		36911	3.6%
77				29										29	0.0%
78		63		1					5		92			161	0.0%
79	39	6												45	0.0%
80	21795	44135	28360	26132	23273	2361	13611	17194	11409	22890	47599	11256	9	270024	26.3%
81	112								32		21			164	0.0%
82		63			48		55				37			203	0.0%
83			63							13				76	0.0%
85	2884	3526	2464	1315	2093	143	2316	1713	1012	3241	4489	331		25527	2.5%
86	11										77			87	0.0%
87		28									28			56	0.0%
88		105												105	0.0%
89		61						9						70	0.0%
90	12182	17556	11039	4743	4988	396	17662	10435	5710	16098	13617	3661	0	118087	11.5%
92									45	3	53			101	0.0%
93		53												53	0.0%
94		63												63	0.0%
95	877	1440	629	515	426	47	579	738	1238	2621	741	78		9931	1.0%
96		54					43			136				233	0.0%

Draindiepte	Groningen	Friesland	Drenthe	Overijssel	Gelderland	Utrecht	Flevoland	Noord-Holland	Zuid-Holland	Zeeland	Noord-Brabant	Limburg	(blank)	Totaal	Percentage
97											18	59		77	0.0%
98							47			71		13		131	0.0%
99	136				11				18	10				175	0.0%
100	32656	29146	13608	6755	6120	844	23539	19259	16875	28748	17483	2571	1	197606	19.3%
101							54		54	75				183	0.0%
103	170									202			0	371	0.0%
105	639	736	445				77	144	323	446	329	24		3163	0.3%
107										51				51	0.0%
108											36			36	0.0%
109										12				12	0.0%
110	9320	4193	1065	677	558	129	4489	7215	6860	6305	3987	349	3	45149	4.4%
112	57													57	0.0%
113		89												89	0.0%
115	894	135		37	97		110	254	131	86	314	6	2	2065	0.2%
120	16313	7022	3261	977	1014	32	7443	7515	5716	4878	2732	420		57323	5.6%
121								19						19	0.0%
122	64							18						82	0.0%
123		166												166	0.0%
125	1966	632	335	186	40	38	234	467	352	285	288	27		4849	0.5%
127								40						40	0.0%
130	2500	1024	600	43	144	2	399	821	488	455	240			6716	0.7%
135	69	237	3					12						321	0.0%
136								36						36	0.0%
140	1644	722	39	5	126		160	822	272	202	336	21		4349	0.4%
145	52						30		302	117	37			537	0.1%
146	90													90	0.0%
150	5029	1398	283	42	125	173	1226	915	1638	422	127		1	11379	1.1%
151	153													153	0.0%
153								48						48	0.0%
155	57								8		62			127	0.0%
156	33													33	0.0%
160	812	157					107	316	29	186	8			1616	0.2%
165	43													43	0.0%
170	19				55		196	8	32					310	0.0%
175	80	5			31		63	46	98					322	0.0%
180	214		43	7			106	186	12					568	0.1%
190			112		8		53							174	0.0%
199					46									46	0.0%
200	179	77	85	28	77		96	4	10	33	38			627	0.1%
250									10					10	0.0%
Totaal	168224	230860	166516	200692	243106	65148	90432	137548	126667	124689	248924	106153	1401	1910359	
Percentage	16.4%	22.5%	16.2%	19.6%	23.7%	6.3%	8.8%	13.4%	12.3%	12.2%	24.3%	10.3%	0.1%		

Bijlage 3 Vergelijking drainagekaart Waterschap Noorderzijlvest met buisdrainagekaart 2012

De buisdrainagekaarten voor Peel en Maasvallei en Hollandse Delta zijn vergeleken met de buisdrainagekaart 2012 (Massop *et al.*, 2012). Voor de kaart van Waterschap Noorderzijlvest is eveneens een vergelijking uitgevoerd.

Allereerst is de drainagekaart van Waterschap Noorderzijlvest op de buisdrainagekaart 2012 geprojecteerd (Figuur B3.1). We zien dat de buisdrainagekaart 2012 meer areaal buisdrainage weergeeft dan de drainagekaart van het waterschap. In Figuur B3.2 is ingezoomd op een detail van het gebied.

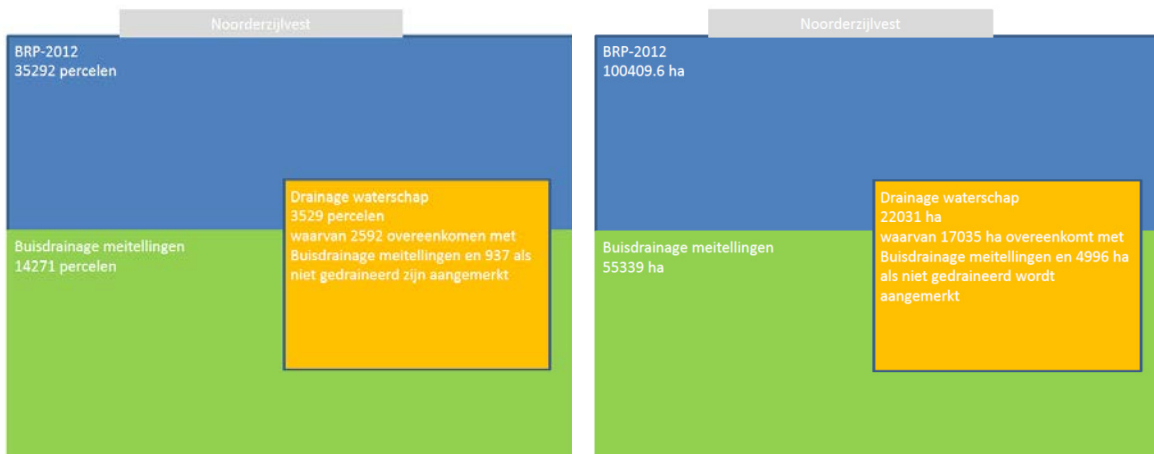


Figuur B3.1 Overlay drainagekaart van het waterschap (turquoise) met de buisdrainagekaart 2012 (paars).



Figuur B3.2 Detail overlay drainagekaart van het waterschap (turquoise) met de buisdrainagekaart 2012 (paars).

Uit Figuur B3.2 blijkt ook – naast dat er meer areaal buisdrainage in de buisdrainagekaart 2012 aanwezig is – dat er buisdrainage voorkomt op percelen die in de buisdrainagekaart 2012 als niet-gedraineerd zijn aangemerkt. Om het areaal op de drainagekaart van het waterschap te kwantificeren, zijn zowel uit de BRP2012 als uit de buisdrainagekaart 2012 die percelen geselecteerd waarbinnen lijnen liggen volgens de drainagekaart van het waterschap. In Figuur B3.3 en Tabel B3.1 zijn de resultaten weergegeven.



Figuur B3.3 Schematische weergave vergelijking drainagekaart van het waterschap met BRP2012 en kaart buisdrainagekaart 2012.

Tabel B3.1*Vergelijking drainagekaart waterschap met buisdrainagekaart 2012*

Noorderzijvest	Percelen	Areaal
BRP2012	35292	100409,6
Buisdrainagekaart 2012	14271	55339
Overlap kaart waterschap met BRP2012	3529	22031.6
Overlap kaart waterschap met Buisdrainagekaart 2012	2595	17034.8
Vergelijking kaarten		
Buisdrainage 2012 met BRP2012	40%	55.1%
Drainagekaart waterschap met BRP2012	10.0%	21.9%
Drainagekaart waterschap met Buisdrainagekaart 2012	18.2%	30.1%
Percentage overeenkomst	73.5%	77.3%

Waterschap Noorderzijvest beslaat een oppervlak van 144.365 ha, hiervan is ruim 100.000 ha landbouwkundig in gebruik (BRP2012). Volgens de buisdrainagekaart 2012 is 40% van de percelen in de BRP2012 of 55,1% van het areaal gedraineerd. Via de overlay van de drainagekaart van het waterschap met de BRP2012 vinden we 3529 gedraineerde percelen die een oppervlak innemen van ruim 22.000 ha, dit is 10% van de BRP-percelen of 22% van het landbouwareaal.

Uit de overlay van de drainagekaart van het waterschap met de buisdrainagekaart 2012 blijkt dat 18,2% van de percelen en 30,1% van het oppervlak identiek is in beide kaarten. Een deel van de drainagevlakken in de drainagekaart van het waterschap komt niet overeen met de buisdrainagekaart 2012. Nemen we enkel de percelen uit de drainagekaart van het waterschap als uitgangspunt, dan blijkt dat 73,5% van deze percelen, of 77,3 % van het areaal, ook voorkomt in de buisdrainagekaart 2012 (in de tabel aangeduid als percentage overeenkomst).

Conclusies

- De buisdrainagekaart 2012 gebaseerd op de metingen van 2010 bevat meer gedraineerd areaal dan de drainagekaart van het Waterschap Noorderzijvest.
- De gedraineerde percelen in de drainagekaart van het waterschap komen voor ca. 75% overeen met percelen in de buisdrainagekaart 2012.
- De buisdrainagekaart 2012 geeft een onderschatting van het werkelijk gedraineerde areaal met ca. 25%; als dit getal representatief is voor het gehele waterschap, dan komt dit aardig overeen met de conclusie uit Massop *et al.* (2013) die inschatten dat het percentage buisdrainage dat niet op de kaart staat volgens de metingen ca. 20% bedraagt.



Alterra Wageningen UR
Postbus 47
6700 AA Wageningen
T 0317 48 07 00
www.wageningenUR.nl/alterra

Alterra-rapport 2700
ISSN 1566-7197



Alterra Wageningen UR is hét kennisinstituut voor de groene leefomgeving en bundelt een grote hoeveelheid expertise op het gebied van de groene ruimte en het duurzaam maatschappelijk gebruik ervan: kennis van water, natuur, bos, milieu, bodem, landschap, klimaat, landgebruik, recreatie etc.

De missie van Wageningen UR (University & Research centre) is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.000 medewerkers en 9.000 studenten behoort Wageningen UR wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

To explore
the potential
of nature to
improve the
quality of life



Alterra Wageningen UR
Postbus 47
6700 AA Wageningen
T 317 48 07 00
www.wageningenUR.nl/alterra

Alterra-rapport 2700
ISSN 1566-7197

Alterra Wageningen UR is hét kennisinstituut voor de groene leefomgeving en bundelt een grote hoeveelheid expertise op het gebied van de groene ruimte en het duurzaam maatschappelijk gebruik ervan: kennis van water, natuur, bos, milieu, bodem, landschap, klimaat, landgebruik, recreatie etc.

De missie van Wageningen UR (University & Research centre) is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.000 medewerkers en 9.000 studenten behoort Wageningen UR wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

